الباب الأول

حدود البحث

وفـــيه يـــتم التعرف على ماهية البحث وأهميته وموقفه وجدته في مجالات البحث العلمي ويتكون من:

الفصل الأول: البناء تحت الأرض

ويعـــرض فيه المميزات والتحفظات على البناء تحت الأرض ثم مميزات إقامـــة مشاريع النقل الجماعي السريع تحت الأرض والمكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض

الفصل الثاني: مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

ويعرض فيه مجالات الاهتمام المختلفة للبحث العلمي للبناء تحت الأرض

الفصل الأول

البناء تحت الأرض

-أهمية إقامة مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض على المستوى العالمي

-المميزات والتحفظات على الإنشاء تحت الأرض

-مميزات إقامة مشاريع النقل السريع الجماعي تحت الأرض

-المكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض

البـــباب الأول

الفصل الأول
١-البناء تحت الأرض

١-١ تمـــــــــــــــهيد

يتجه المعماريون للبناء تحت الأرض سواء على المستوى العالمي أو المحلي، لما يقدم من حلول تضمن سهولة توزيع استعمالات الأراضي في زمن تتعاظم فيه مشاكل تضخم السكان.
و على الرغم من أن الكثافة السكانية العالمية ليست عالية فإننا نلاحظ أن توزيع السكان على الخريطة العالمـــية غـــير متوازن حيث أن مساحات واسعة من العالم غير مأهولة (صحراء - جبال - مناطق مـــتجمدة) (شكل١-١) ومن المتوقع أن تصل نسبه ساكني المناطق الحضرية على المستوى العالمي الى ٧٠ % مـــن ســـكان العالم[١] وبالإضافة الى أنه من الضروري الاحتفاظ بمساحات زراعية وصناعية لإنتاج ما يستهلكه سكان العالم. هذا يعني أن المساحات المتاحة المخصصة للمناطق الحضرية يجب أن تستوعب الأنشطة التالية : (سكنية لأكثر من ٧٠% من سكان العالم- مواصلات - خدمات تجارية وتعليمـــية وصـــحية .... الخ) مما يؤثر على سعر الأرض وقد وصل ثمن الأرض في مدينة طوكيو في اليابان الى أكثر من ٩٥% من التكلفة الكلية للمشروع[٢] . بالإضافة الى ما سبق ترجع ندرة الأراضي المتاحة للمشروعات المستحدثة الى تخصيص الأرض لاستعمالات أخرى مثل السياحة على سبيل المثال نظراً لأهمية المكان التاريخية أو الثقافية لتحليق مناطق ترفيهية أو محميات طبيعية أو منتزهات ...الخ .
لذا يعتبر البناء تحت الأرض واحدة من الوسائل القليلة التي تساعد في التنمية المستقبلية حيث تضمن إمكانية إضافة أية احتياجات خدمية جديدة دون التأثير على البيئة السطحية

١-٢- أهميه إقامة مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض على المستوى العالمي .

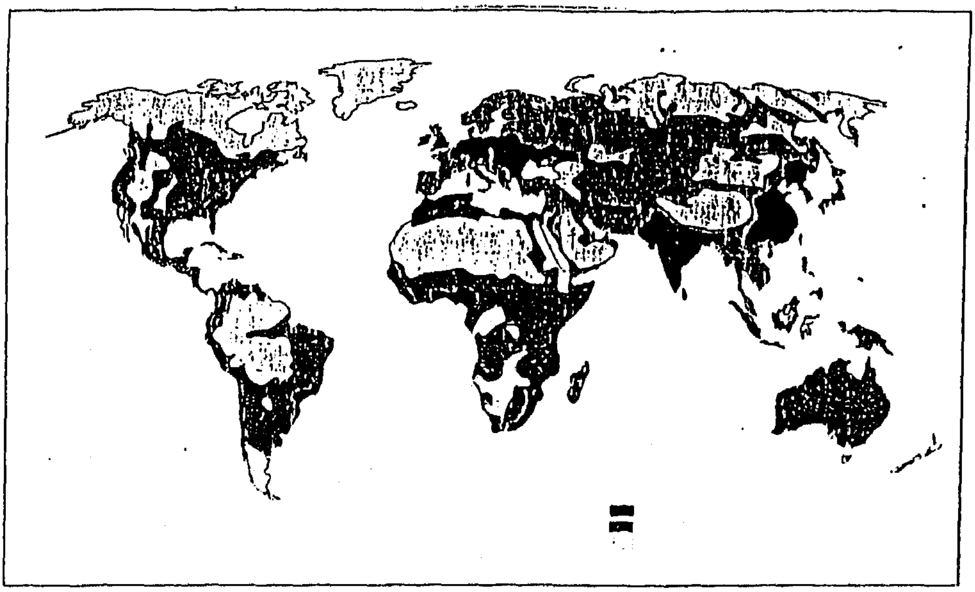
مـــن أســـباب تشجيع إنشاء مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض هو زيادة عدد سكان المدن. ففى عام ١٩٥٠[٣] كان يوجد سبع مدن فقط على مستوى العالم يزيد تعداد السكان فيها عن خمســـة ملايـــين نسمة وفى عام ١٩٨٤ وصل عدد المدن الى ٣٤ مدينة (يزيد تعدادها خمسة ملايين نســـمة) ومـــن المتوقع أن يصل عدد المدن الى ٩٣ في عام ٢٠٢٥م و٨٠ مدينة من الثلاثة والتسعون سوف تصبح حالات حرجه منها مدينة القاهرة قد تصل الى ٢٠ - ٣٠ مليون نسمة.(شكل ١-٢) مع العلم أنه قد وصلت مدينتي القاهرة والإسكندرية الى المركز العاشر والحادي العاشر على المستوى

---

(1) Sterling, R.L. –Carmody, J. Underground Space Design, P5
Ibid., P.6

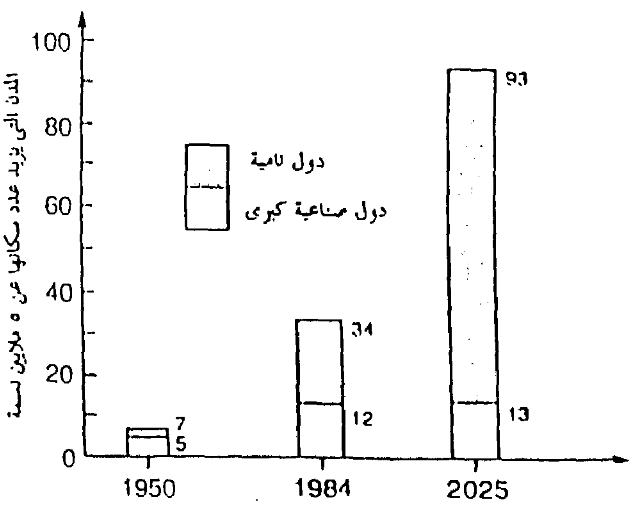
(٢) المرجع السابق صفحة ٦

(٣) المرجع السابق



شكل (١-١) [١] خريطة التوزيع السكاني العالمي

المصدر: موسوعة كتاب العالم عام ١٩٨٨



شكل (١-٢) [٢] يوضح الزيادة السكانية المتوقعة حتى عام ٢٠٢٥ م

---

(١) المرجع السابق صفحة ٥

(2) Bergman M . The development and utilization of subsurface Space

Tunneling and Underground Space Technology V1 (2) P.115:144 .1986

العـــالمي من حيث الكثافة السكانية وذلك في دراسة أجريت عام ١٩٨٥م[1]. يحتم التضخم السكاني المـــتوقع لمـــدن الدول النامية استخدام أحد الحلول التالية لحل مشكلة تشبع الطرق بالمركبات (سواء خاصة أو عامة أو خطوط سكك حديدية الخ) ولتلبية الاحتياجات المتزايدة في النقل:

(١) مترو أنفاق Subways

(٢) خطوط سكك حديدية خفيفة light rail systems ذات أجزاء خاصة تحت الأرض. الجدول(١)[2] يوضـــح حصر تقريبي للخطط المستقبلية لمشاريع النقل العام للنوعين السابقين حيث يعطي مؤشر لاتجاه المخططين وصانعي القرار على المستوى العالمي

١-٣-المميزات والتحفظات على الإنشاء تحت الأرض

تتعلق المميزات والتحفظات المذكورة فيما يلي جميعها (مباشرة أو غير مباشرة) بوجود المبنى في بيـــئة معزولة (تحت سطح الأرض) وهي إما تخص البيئة السطحية أو للنشاط الذي يمارس في المبنى تحت الأرض

١-٣-١- عدم إشغال موقع فوق سطح الأرض

مـــن خصائص المباني تحت الأرض أنها غير مرئية (غير متواجدة في البيئة السطحية) مثل المباني التقليدية السطحية وهذه الخاصية تعتبر ميزة في عدة ظروف منها:

- الـــتواجد في مـــناطق ذات طبيعة نادرة غير مرغوب تدخل الإنسان فيها (محميات طبيعية – مناطق أثرية)
- مـــناطق ذات قيمة تاريخية وطابع معماري يصعب اقتحامه بمبنى جديد وغالبا تكون هـــذه المناطق ذات نشاط سياحي وعائد استثماري كبير يعادل التكلفة العالية للمنشآت تحت الأرض ويكون المستفيد الأول في هاتين الحالتين هو البيئة السطحية (منفعة عامة).
- تجنـــب المشكلات القائمة على السطح في الأماكن المزدحمة أو ذات الكثافة السكانية العالية

---

(١) المرجع السابق صفحة ٧

(2) Bergman, M., *The Development and Utilization of the Subsurface Space*. In Tunnelling and Underground Space Technology V1 (2) Pp 115 144 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain - 1986.

جدول (١-١) الخطط المستقبلية والمشاريع القائمة للنقل الجماعي (مترو أنفاق – سكك حديدية خفيفة) في معظم المدن ذات الكثافة السكانية العالية

الدولة	المدينة	تعداد السكان (بالمليون) عام ١٩٨٠	الحالة
الصين	بيجينج	٧,٨	تم تشغيل نظام كامل مترو ٤٠ كم -تحت الإنشاء ١٣ كم
	هاربين	١,١	تم تشغيل نظام كامل مترو ٩ كم -تحت الإنشاء ٢٤ كم
	تيانجين	٣,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٢ كم
	جانزهو	٣,٤	تحت الإنشاء ٣٣ كم
هونج كونج		٤,٥	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٦ كم -تحت الإنشاء ١٢,٥كم
الهند	كالكتا	١٠	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٦,٤ كم - تحت الإنشاء ٨,١ كم
	بومباى	٦	مخطط إنشاء خطان بطول ٧٨,١
	مدراس	٣	تحت الإنشاء ٨,٤ خط سكة حديد خفيفة+أنفاق
كوريا الجنوبية	سول	٨,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٣,٧ كم
الأرجنتين	بيونيس أيرس	٨,٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ٣٤ كم -تحت الإنشاء ٤,٩ كم
البرازيل	ريو دى جينيرو	٩	تم تشغيل نظام كامل مترو ٣٠ كم
	ساو باولو	٦,٣	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٤ كم -تحت الإنشاء ٧ كم-مخطط١٣٩ كم
شيلى	سنتياجو	٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٣,٣ كم

فنزويلا	كاراكاس	٣,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٢,٣ كم – تحت الإنشاء ١٨,٧ كم
المكسيك	المكسيك	٩,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١١١,٤ كم – مخطط أن يصل الى ٤٠٠كم بنهاية عام ٢٠٠٠
سنغافورة		٢,٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ١١١,٤ كم ومخطط أن يصل الى ٤٠٠ كم بنهاية عام ٢٠٠٠
تليلاند	بانكوك	٤,٥	٥٩ كم (مترو)
الجزائر	الجزائر	١,٣	درس ٢٢ كم (مترو) لم ينفذ
ساحل العاج	أبيدجان	١	مخطط إقامة ٣٦ كم سكك حديدية سريعة منها ٣,٥ كم تحت الأرض
تونس	تونس	٠,٩	تحت الإنشاء ٣٠ كم (جزئياًتحت الأرض)

١-٣-٢-الاقتصاد في استخدام الأرض المتاحة

البناء على نفس مساحة الأرض مبنى خدمي تحت الأرض بالإضافة الى استخدام سطح الأرض في بناء مبنى تقليدي عام أو خاص أو تخصصه للطرق أو الشوارع الفرعية يزيد من كفاءة استغلال مسطح الأرض و هذا أيضا يحد من الزيادة المطردة فى أسعار الأراضي.

١-٣-٣-العزل والحماية

١-٣-٣-١-العزل الحراري

سواء كانت درجة الحرارة السائدة في (المناخ العام المقام فيه المبنى) مرتفعة أو منخفضة فإنه بسبب طبقة التربة السميكة المحيطة بالحوائط الخارجية للمبنى تقل كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة عن طريق المحيط الخارجي للمبنى (ما يعادل الواجهات الخارجية للمباني التقليدية).

عند قياس درجات الحرارة للتربة أثناء شهور السنة (شكل١-٣) وجد أنه تزيد درجة الحرارة عن المعدلات الطبيعية للجو فوق سطح الأرض في فصل الشتاء وتقل عن المعدلات الطبيعية في فصل الصيف بحيث ينتج منحنى أقرب الى الخط المستقيم الذي يعبر عن درجة حرارة شبه ثابتة طوال فصول السنة مما يعنى أن الفراغ تحت الأرض يكون محاط ببيئة متوازنة حراريا لا تكلف المبنى أحمالاً حرارية كما هو الوضع في المباني التقليدية مما ينعكس على الطاقة المستنفذة[1].

إلا أنه لابد من الإشارة الى أن المبنى لابد أن يعتمد على التهوية الميكانيكية لسحب مستمر للهواء من خارج المبنى بحيث يتجدد الهواء باستمرار وهذه العملية تحتاج الى وجود أجزاء من المبنى متصلة بالهواء الخارجي لتخليق مسارات للهواء المطلوب وقد يتصل نظام التهوية بتكييف الهواء للتحكم فى درجة الحرارة إذا لزم الأمر.

١-٣-٣-٢-عزل الضوضاء

طبقة قليلة السمك من التربة كفيلة بعزل المبنى كليا عن الضوضاء المنقولة بالهواء من السطح، لذا تكون طبيعة المبنى من الداخل هادئة إلا في حالة أن النشاط القائم داخل المبنى يولد ضوضاء. والعكس أيضا صحيح حيث أن الضوضاء المتولدة داخل المبنى لا تصل الى البيئة السطحية. ومن المعروف أن مستوى الضوضاء المتولدة من مشروعات السكك الحديدية عالي ومؤثر على البيئة المحيطة به وغالباً ما تتحول المنطقة المحيطة بخطوط السكك الحديدية الى مناطق غير مرغوب استخدامها

---

(1) Sterling. R.L –Carmody, J. Underground Space Design P. 28

في الاستعمالات السكنية أو الخدمية (مكاتب – مدارس – أسواق.....الخ). وعليه يكون أولى المشروعات بأن تقام تحت الأرض هي مشروعات السكك الحديدية لتقليل تأثيرها الضوضائي

١-٣-٣-٣-الحماية من أخطار الزلازل

تتمتع المباني تحت الأرض بمقاومة أعلى للزلازل وذلك للأسباب لآتية:

١- المباني تحت الأرضية لا تتعرض بنفس القوة للموجات السطحية التي تتعرض لها المباني السطحية في أوقات.

٢- عامة تصمم المباني تحت الأرض لتتحمل أحمال كبيرة من التربة المحيطة لذا تكون في نطاق التصميم الآمن للزلازل.

٣-من أسس التصميم الإنشائي أن تتمتع المنشآت تحت الأرض بمرونة عالية لتتحرك مع التربة فلا خوف من حركة التربة أثناء الزلزال

١-٣-٣-٤-الحماية من الحريق

على عكس المباني التقليدية تحاط المباني تحت الأرض بالتربة من جميع الجوانب فتنعدم احتمالية انتقال حريق من أي مبنى مجاور. وهذا شائع في المباني السطحية خاصة في الأماكن ذات الكثافة السكانية العالية و مباني متلاصقة. ولكن تحتاج عملية الحماية من الحريق المتسبب من داخل المبنى الى احتياطات وتدابير أكثر تعقيدا من المباني التقليدية. وسوف تدرس بإسهاب في الفصل الرابع .

١-٣-٣-٥-تأمين المبنى

يتميز المبني المقام تحت الأرض بسهولة تأمينه فعدد مداخل المبنى تحت الأرض تكون محدودة ويسهل تأمينها وذلك بالإضافة الى عدم القدرة على اختراق المبنى او الدخول بطرق غير مشروعة (من الأسطح الخارجية) نظرا لانعزال المبنى كلياً بواسطة التربة المحيطة.

وعلى الرغم من الميزة السابق ذكرها إلا أن هذا الانعزال له تأثيرات نفسية وفسيولوجية لشاغلي المبنى لأوقات طويلة[1] (موظفي التشغيل) حيث أن الوجود في فراغ دون أي اتصال خارجي عن طريق شبابيك مفتوحة على البيئة السطحية (اتصال بصري وسمعي) والإحساس المنقول من الصورة

الذهنية للوجود في باطن الأرض (الرطوبة والظلام) يزيد الإحساس بالإرهاق الجسماني وعدم الإقبال

(1) Raymond L. Sterling, John Carmody. Underground Space design. P.137:151

على ممارسة العمل الموكل الى الموظف[1]. أما بالنسبة لزائر المبنى لدقائق معدودة (الراكب) فإن انعزال المبنى كلياً عن البيئة الخارجية يعطي الإحساس بعدم التوجيه Disorientation. ويلقى هذا التحفظ على المعماري عبء معالجة الفراغات الداخلية ليتلافى هذه العيوب السابق ذكرها وأيضاً سوف يتناول البحث هذه الجزئية في الفصل السادس.

١-٣-٤-قلة الصيانة للجسم الأساسي للمبنى

يتميز المنشأ المقام تحت الأرض بقلة الصيانة وذلك لعدم تعرض المبنى لفرق درجات الحرارة بين الصيف والشتاء والليل والنهار مما يزيد من العمر الافتراضي للمبنى. بالإضافة الى عدم وجود الواجهات والأسطح الخارجية المتعرضة للعوامل الجوية والأدخنة والأتربة كما في المباني التقليدية مما يوفر جزء لا يستهان به من تكلفة الصيانة.

١-٤-مميزات إقامة مشاريع نقل جماعي سريع تحت الأرض[2]

تتميز مشاريع النقل الجماعي السريع المنشأة تحت الأرض بسرعات عالية نظراً لعدم وجود تقاطعات وسعة نقل ركاب عالية ودرجة أمان عالية حيث تقل نسبة حوادث الطريق الى درجة كبيرة نظراً لاستخدام التقنية العالية في التشغيل بالإضافة الى عدم وجود تقاطعات أو اعتراضات من وسائل مواصلات أخرى أو طرق سريعة أو حركة مشاه.

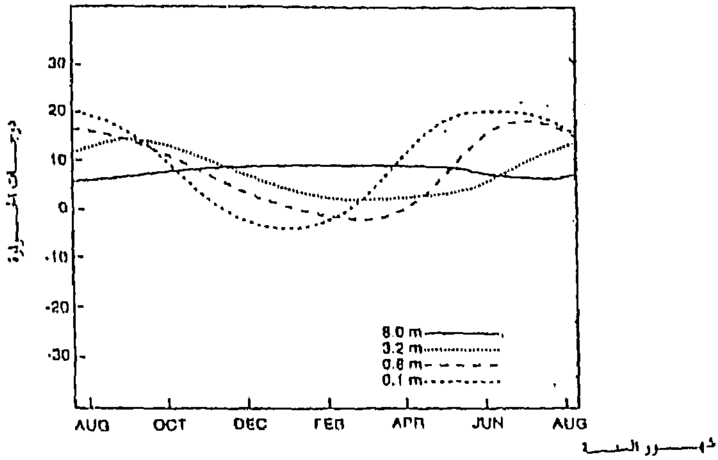
يوضح شكل(١-٤) [3] ارتفاع عدد ركاب مواصلات النقل العام بعد تشغيل أول خط نقل جماعي تحت الأرض في بروكسل عاصمة بلجيكا مما يوضح أن هذا المشروع أصبح نقطة جذب للمواطنين، ويوضح الشكل أيضا زيادة الميل العام الى تملك السيارات الخاصة الذي أدى بعد ذلك الى تشبع الطرق وحدوث الاختناقات المرورية.

يوضح شكل (١-٥) [4] الزيادة المطردة والسريعة لعدد الركاب المعتمدين على (مترو الأنفاق) مقابل الزيادة في أطوال خطوط شبكة مترو الأنفاق في مدينة طوكيو عاصمة اليابان. يوضح الشكل أيضاً تناقص عدد السيارات الخاصة مقابل التوسع في مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض (مترو الأنفاق)

---

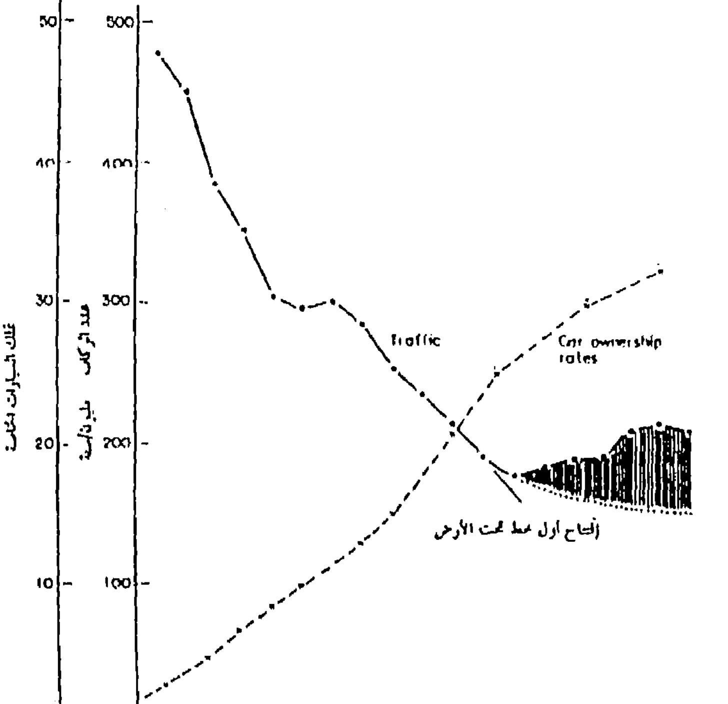
(1) ITA Working Group, *On Cost Benefit of Underground Urban Public Transportation* . In Tunnelling and Underground Space Technology, V2 (1) P. 5:53 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1987).
(2) Ringstod, A. J.. In Tunnelling and Underground Space Technology, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1994)

(٣) المرجع السابق
(٤) المرجع السابق



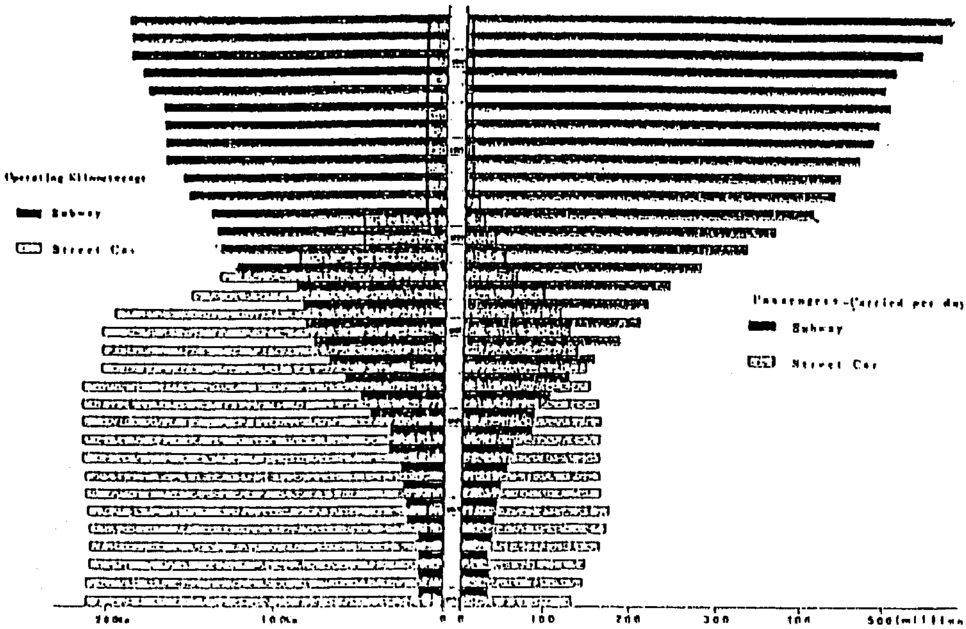
شكل (١-٣) منحنى درجات الحرارة تحت سطح الأرض على مدار سنة كاملة

المصدر: Ringstad, A. J. *Perceived Danger and the Design of Underground Facilities for Public Use.* In Tunnelling and Underground Space Technology, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Journals Ltd. Great Britain – 1994.



شكل (١-٤) يوضح ارتفاع عدد ركاب وسائل النقل الجماعي بعد تشغيل الخط الأول تحت الأرض في بروكسل -بلجيكا

المصدر : المرجع السابق



عدد الركاب كل يوم — طول خطوط المترو – الطرق الآلية

شكل (١-٥) يوضح مقارنة بين كثافة الحركة على خطوط مترو الأنفاق وطرق السيارات في طوكيو – اليابان حيث يتضح من الشكل:

- كلما زادت أطوال خطوط مترو الأنفاق قلت أطوال طرق السيارات التي يقطعها يومياً سكان المدينة
- كلما زادت أطوال خطوط مترو الأنفاق زاد عدد الركاب مستخدمي خطوط المترو وقل عدد الركاب مستخدمي طرق السيارات

المصدر : المرجع السابق

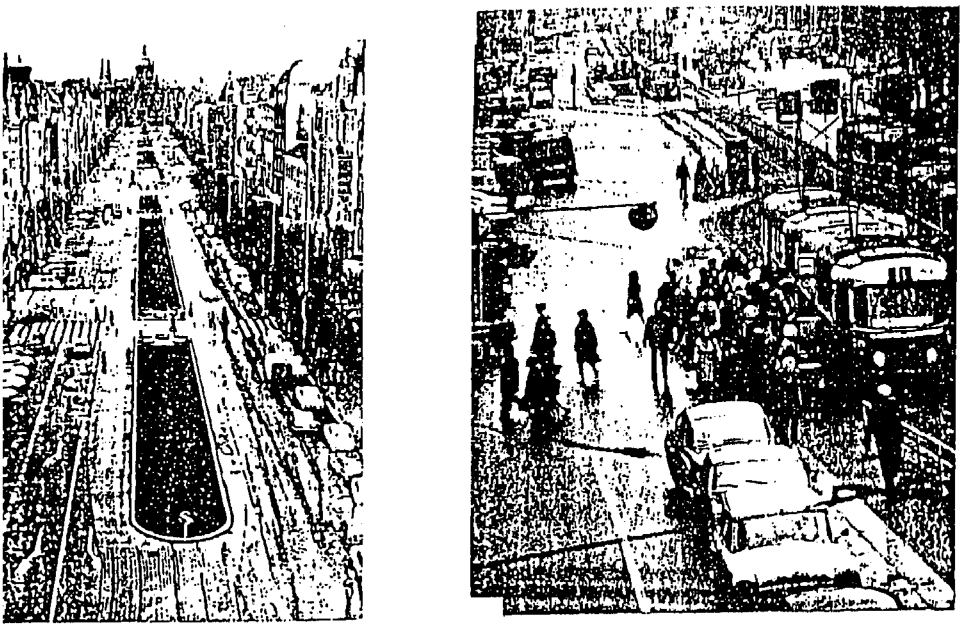
١-٥-المكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعى تحت الأرض

توضــح الأمــثلة التالية المكاسب البيئية لإنشاء مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض حيث يوضح شكل (١-٦) صورتان لمدى الفرق بين شكل ميدان فنسلو فى مدينة براج(بلجيكا) قبل تشغيل خط مترو الأنفاق والذي يتضح فيه أنه كان يعبر الميدان ٩٠ ألف مركبة يومياً بالإضافة الى ٩٢ ترام كــل ســاعة، والأخــرى بعد تشغيل خط مترو الأنفاق حيث تم إلغاء كثير من خطوط النقل العام الســطحية وتم الاعــتماد على المترو وعليه فقد انخفض عدد المركبات المارة في الميدان الى ٤٢ ألف مركبة يومياً نظرا لتشجيع ترك السيارة الخاصة واستخدام النقل الجماعي.

وكمــا أنه في ميونيخ-ألمانيا-بعد افتتاح الخط الأول السريع تحت الأرض عام ١٩٧٣ م انخفضت نســبة أول أكســيد الكربون بمقدار ٢٥% والمواد الهيدروكربونية بمقدار ٣٥% وأكسيد النيتروجين بمقدار ٤٤% وذلك بسبب تحسين معدلات تدفق السيارات وإلغاء كثير من خطوط النقل السطحية واســتغلال الطريق فى زيادة المناطق الخضراء وتشجيع ترك السيارة الخاصة والاعتماد على خط المترو تحت الأرض.

كمــا يتضح انخفاض مستوى الضوضاء في هانوفر – ألمانيا بعد افتتاح خط سكك حديدية خفيفة تحــت الأرض كما هو واضح فى (شكل ١-٧) بسبب سيولة المرور وعزل مصدر الضوضاء (خط السكك الحديدية) تحت الأرض. وقد ينعكس تقليل التلوث السمعي للمناطق التي تم إقامة مشروعات النقل تحت الأرض بها على تقليل التكلفة اللازمة لتجهيز المباني المحيطة بهذه الأماكن بمواد عازلة للصوت مثل الزجاج المقاوم لانتقال الصوت -الحوائط ماصة للصوت........الخ.

يقابل المميزات البيئية بعض التحفظات حيث انه كما ذكر سابقا ان الحفر فى التربة بأحجام كبيرة يقلقل التربة وهذه القلقلة تؤثر على اتزان التربة (توزيع الأحمال) بالإضافة الى التأثير على الحياة النباتــية. أمــا الحفــر العميق فى قلب التربة يسبب هبوط للطبقة السطحية على المدى الطويل نظرا لإمكانية تسرب المياه الجوفية داخل المنشأ وهذا أيضا يؤثر على الحياة النباتية. هذا التحفظ يمكن تلافيه فى تصــميم المنشأ وكيفية وقف تسرب المياه. وقد لا يظهر عيب "التأثير على الحياة النباتية" فى حالة المشروعات المارة فى المناطق الحضرية ذات الكثافات العالية حيث ان الحياة النباتية فى هذه المناطق تكاد تعــدم، ولكن من جهة أخرى قد تضر أعمال حفر الأنفاق بالمناطق الأثرية في المدن وخاصة تلك التي بباطن الأرض.

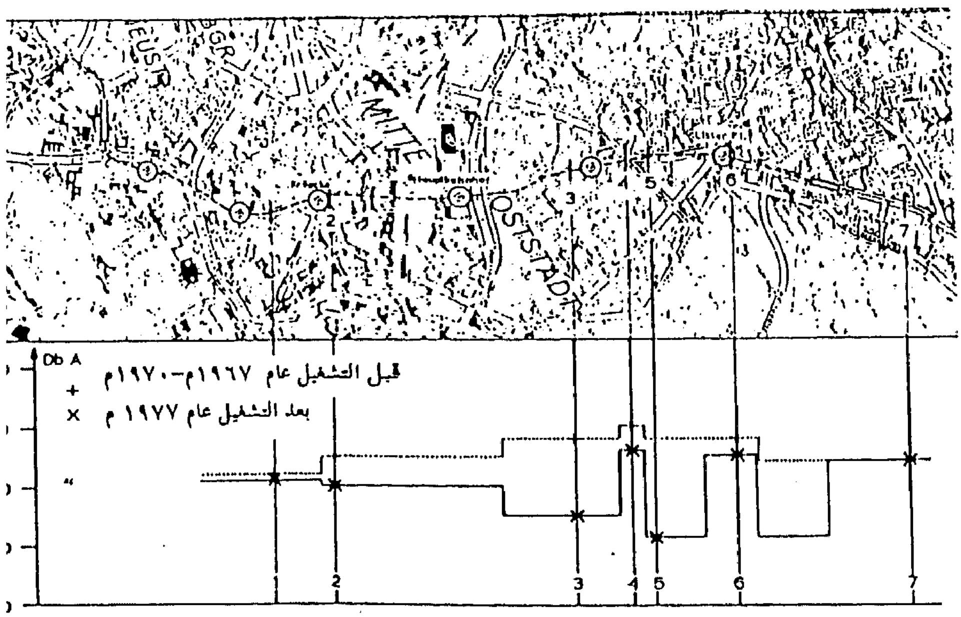


شكل (١-٦) يوضح تأثير وجود خط "سكك حديدية تحت أرضية" أسفل ميدان فنسلو – براج-بلجيكا حيث يتضح في المشهدين:

(أ) الميدان مكتظ بالمشاة والمركبات الخاصة ووسائل المواصلات العامة

(ب) الميدان منظم لا يعاني من ضغط مروري واضطرابات في تدفق المركبات

المصدر : المرجع السابق



شكل (١-٧) قياس الضوضاء على مسار خط سكك حديدية خفيفة تحت الأرض قبل وبعد التشغيل – هانوفر – ألمانيا

المصدر : المرجع السابق

الفصل الثاني

- مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض
- مجالات الإهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

الفصل الثاني

٢- مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

٢-١- مقدمة

يتضح مما تقدم في الفصل الأول أن الاتجاه العالمي لحل مشاكل النقل في المدن الكبيرة هو إقامة مشروعات النقل الجماعي وخاصة السكك الحديدية (المترو) تحت الأرض. لذا فقد زادت الأبحاث العلمية في هذا الاتجاه بشكل واضح في الربع الأخير من القرن العشرين ويتعرض هذا الباب إلى مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات نقل الركاب تحت الأرض على المستوى العالمي والمحلي مع ذكر أمثال لتلك الأبحاث وشرح سريع لمحتواها.

وتنقسم عموماً الأبحاث العلمية التي تتعرض لموضوع البناء تحت الأرض عامة ومحطات نقل الركاب تحت الأرض بصفة خاصة تبعاً لتخصص الباحثين فنري اهتمام الهندسة الإنشائية بطرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها ثم تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة. بينما تهتم كل فروع الهندسة بكيفية تأمين المكان ومنع الكوارث وإدارة الكوارث قبل وبعد حدوثها. ويهتم الباحثين في مجال تحسين البيئة الداخلية بالدراسات الصوتية والضوئية للفراغات تحت الأرض. ونرى اهتمام القانونيين بالنواحي القانونية والاقتصادية والتشريعات العالمية والإقليمية من ناحية التعاقدات أو طرق احتساب سعر الأرض. بينما في مجال التخطيط والتصميم المعماري يهتم المخططين بدراسة المناطق المقام فيها مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض والمعماريين بنظريات العمارة والتصميم المعماري لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض.

وسيتم استعراض كل من هذه المجالات فيما يلي مبيناً الأهداف العامة المشتركة في كل مجال مع التناول بالشرح المبسط لأحد الأبحاث في كل مجال مبيناً أهدافه ومناهجه.

٢-٢- مجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

تشترك الأبحاث والمقالات[1] التي تهتم **بطرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها** في أنها تعرض بإسهاب طريقة إنشاء المنشأ الرئيسي في مشروعات النقل سواء كان خطوط سكك حديدية تقليدية أو خفيفة وكيفية تحقيق عوامل الأمان المطلوبة لثبات المنشأ والتعامل مع طبيعة التربة المقام بداخلها المشروع في كل دولة على حدة مع ذكر أسباب اختيار هذا الأسلوب في الإنشاء بالإضافة الى تسجيل أي تطوير طرأ على أسلوب الإنشاء من حيث طريقة احتساب الأحمال – طريقة وخطوات التنفيذ – التعديل في شكل أو طرق إدارة المعدلات المستخدمة.

---

(١) مثال لتلك الأبحاث:
Virin,Lev. D; Krilov, A. (1993) & Yoshikawa, M. (1990) &. Eisenslein, Z; Ezzeldine, O. (1992) & Lunardi, P. (1990)

ومن أمثلة تلك الأبحاث بحث:

Yutaka Masuda, Takayoshi Minoshima. Large *Scale Underpinning for an Underground Urban Railway Station.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V7(2) Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1992)

يتـــناول البحث إقامة مشروع سكك حديدية حضري تحت الأرض حيث يتعرض لطريقة إنشاء مشروع الخط السادس المار أسفل ناجويا-أكبر محطة نهائية في اليابان حيث تقدم شركة سكك حديد اليابان المركزية Central Japan Railway company التكنولوجيا الجديدة في الإنشاء. فقد أصبح إشـــغال الأراضـــي مـــن القضايا صعبة التداول ومكلفة لذا يتجه التعمير الى تحت الأرض. ومن أهم المشـــروعات المقامـــة تحت الأرض شبكة المترو. وفي الآونة الأخيرة أصبح من الضروري اللجوء الى تكنولوجيا جديدة في التعامل مع الظروف المعاكسة (الغير مواتية المتمثلة في التربة الرخوة"soft" .

تشـــترك أيضاً بعض المقالات العلمية[١] في مجال **تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة** في التناول بالشرح تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل حيث أنه في معظم الأحيان تقع المنشـــآت تحـــت الأرضية في بيئة رطبة أو تقع تحت منسوب المياه الجوفية. ويشرح كل مقال بدوره أســـاليب حقـــن الـــتربة لمنع تسرب المياه داخل المنشآت أثناء التنفيذ والتحورات الطارئة على المواد الأسمنتـــية والخرسانية المستخدمة في الإنشاء بالإضافة الى استخدام تقنية المواد العازلة لمنع تسرب المياه داخل المنشأ على المدى الطويل حيث أن تسرب المياه داخل المنشأ قد يؤثر بالسلب على التربة المحيطة ويؤدي الى هبوطها وبالتالي تعرض المباني السطحية المحيطة لأضرار واضحة.

ويُعرض بشئ من التفصيل البحث التالي كمثال لهذه الأبحاث

Prabhat Kumar and Bhawani. *Design of Reinforced Concrete Lining in Pressure Tunnels, Considering Thermal Effects and Jointed Rockmass.* In Tunnelling and Underground Space Technology V5 (1&2) Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1990)

ويتـــناول البحـــث تصميم طرق ضبط وإحكام الخرسانة المسلحة في الأنفاق المضغوطة مع الوضع في الاعتـــبار المؤثـــرات الحرارية والصخور ذات الفوالق. يقوم الباحث بمراجعة نظرية Jaeger في تصميم عمليات الضبط في نفق ضغط ويحاول أن يمتد بالنظرية بحيث تتضمن ظروف الأحمال المستوية وذلك عن طريق تحليل لنموذج عددي لنفق عن طريق أسلوب finite-infinite interface element method وقد استنتج الباحث معامل التزيل (التقليل) ليحتوى تأثير الوصلات في كتل الصخور

---

(١)مثال لتلك المقالات:

Critchfield, J. W.; MacDonald, J. F. (1990) & Martin, D. (1989) & . Richards J. A; Remmer F.; Sharp J. C. (1994) & ITA Working Group, maintenance and repair of underground structures.(1991)

وتعتبر المقالات المذكورة [1] مثال للمقالات والأبحاث القائمة في مجال **تأمين المكان ومنع الكـــوارث -إدارة الكوارث قبل وبعد حدوثها** ، وحيث أن نسبة كبيرة من المنشآت تحت الأرضية يزاول فيها أنشطة عامة (محطات نقل – مكتبات – منشآت رياضية وترفيهية ٠٠٠٠الخ) **فهي جميعها** تشـــترك في أهمـــية تأميـــنها من الحوادث الطارئة والكوارث مثل الحرائق وتسرب الغازات والأدخنة والانفجارات وغيرها من الحوادث ذات النتائج المؤسفة، لذا فقد اهتم الباحثون بدراسة سلوك الحادثة نفســـها وسلوك الجمهور أثناء الهروب وكيفية إدارة هذه الكوارث وانعكاس ذلك على تصميم المبنى ودراســـة القوانـــين والتشـــريعات التي يجب أن ينص عليها كود "حماية المباني من المخاطر" بطريقة واضحة. يعرض البحث الآتي كمثال مفصل

Watanabe et al.. *Safety and Disaster Prevention for Underground Space: An Analysis of Disaster Cases.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (4) Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain(1992)

يتـــناول البحـــث موضـــوع منع الكوارث وتأمين الفراغ تحت الأرضي. فيعتبر هذا المقال مسح عام للمنشـــآت تحت الأرضية المتعرضة للكوارث بأنواعها خلال فترة عشرين عام ويتخلل البحث مسح لأنفـــاق الـــنقل الجماعي ومحطات نقل الركاب تحت الأرضية. أول خطوة في هذا البحث هو تجميع وتحلـــيل البـــيانات المتاحة وذلك للتعرف على أسباب حدوث تلك الكوارث وعليه كان من السهل الاســـتنتاج المنطقي للحلول وطرق تلافي وقوع مثل تلك الكوارث لأخذها في الاعتبار عند التصميم المستقبلي للمنشآت تحت الأرضية.

تهـــتم كثير من الأبحاث [2] **بالكفاءة الصوتية داخل محطات مترو الأنفاق** حيث أن طبيعة النشاط المزاول داخل الفراغات المعمارية (مرور القطار – تزاحم الركاب) يودي الى توليد قدر كبير من الضوضاء وهذا يتطلب دراسة للمعالجات الصوتية. بينما يهتم الباحثين في مجال الإضاءة[3] كيفية المعالجـــة الضوئية داخل محطات مترو الأنفاق مع إظهار مواطن النجاح والفشل من الأنظمة المقترحة لإضـــاءة مـــثل هـــذه النوعية من المباني. وفيما يلي ملخص بحث اهتم بمحاكاة الإضاءة الطبيعية في الفراغات تحت الأرضية

Hughes, P. C. *The Use of Simulated Natural Light in The Design of The Earth-sheltered Environment.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V2 (1) Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1987)

يتـــناول البحـــث استخدام الإضاءة المشابهة للإضاءة الطبيعية فى تصميم البيئة تحت الأرضية. فى هذا البحث يتم تجريب طريقة لإضاءة البيئة تحت الأرضية لتحقيق الحد الأقصى لاستغلال الوظائف

مثال لتلك الأبحاث كل في موضعه

(1) Haack, A(1992) & Nakamura, H (1992) & Sterling, R ; Carmody, J, Rockenstein, W. H. П(1992)

(2) Westerberg, G (1986) & Kang – Jian (1997) & Abd Allah M. I. A (1993)

(3) Shchepetkov, N. I. (1987) & Britz, H. (1987)

الإنسانية وذلك عن طريق التحليل والمقارنة. وقد أثبت قبلا أن الأشعة الضوئية الطبيعية تؤثر بوضوح علـى العوامل المرئية واللامرئية الآدمية وذلك على الأقل من حيث مصدر الإشعاع الضوئي الحيوي للأداء الضوئي الحيوي–مثال:فيتامين د – امتصاص الكالسيوم –تحكم الغدد الصماء العصبية (غدد المخ الداخلية).

تتناول أبحاث[1] "**النواحي القانونية والاقتصادية والتشريعات العالمية والإقليمية من ناحية التعاقدات وطرق احتساب سعر الأرض**" دراسة الجدوى لمشروعات النقل العام تحت الأرض حيث يـتم المقارنـة بين التكلفة الكلية للمشروع والعائد الاقتصادي المتحقق على المدى القريب والبعيد، ويتطرق أيضاً الباحثون القانونيون والاقتصاديون الى كيفية تقييم سعر الأرض للمشاريع تحت الأرضية عامـة حيـث نـه لا يوجد حتى الآن أية قوانين تحدد سعر التربة تحت سطح الأرض حيث أن سعر الأرض يشـكل جـزء كبير من التكلفة الكلية لأي مشروع وخاصة إذا كان موقع المشروع يتوسط المراكز التجارية والسياسية للمدن الكبيرة.

ويعتبر المقال الآتي مثال لتلك الأبحاث:

ITA Working Group on Contractual Sharing of Risks, *ITA Recommendation on Contractual Sharing of Risks.* Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain. (1992)

يتـناول البحث توصيات مجموعة ITA في المشاركة التعاقدية في المجازفات. يؤكد البحث على تأثير عامل المجازفة على كل المشروعات المقامة تحت الأرض سواء نظرياً أو عملياً حيث أن المبالغة في تقييم المجازفـات قـد يؤدى إلى تضخم في حجم التكلفة الكلية وتعطيل الأعمال ومشاكل لكل من المالك والمقاول. ويتناول هذا المقال اقتراحين مقدمين من مجموعة العمل ITA لتحديد المشاركة التعاقدية في المجازفـات للمشـروعات تحـت الأرض حيـث تم الموافقة عليها في اجتماع المجموعة عام ١٩٩٢ والتوصيات المتعلقة ببدائل قرار ما بعد التحكيم وإنهاء الأعمال او تعليقها.

كما تشترك المقالات المذكورة[2] علي سبيل المثال في مجال **التخطيط السياسي والتخطيط الحضـري للمناطق المقام بها مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض** في تناول موضوع التخطيط السياسـي وصـناعة القرار عند إقامة مشروعات النقل السريع تحت الأرض في كثير من دول العالم وأيضـاً تتناول دراسة علاقة المشروع بالمنطقة المحيطة به ومردود وجود المشروع على البيئة السطحية المحـيطة والـتكامل مع المباني المجاورة له وانعكاس صورة المدينة السطحية على تصميم المشروع تحت الأرض.

مثال لتلك الأبحاث كل في موضعه:

(1) ITA working group on cost benefits of underground public transportation.(1987) & ITA working group on costs benefits.(1990) & Riera, R.; Pasqual, J. (1992)

(2). Gordard, J.P;. Hugonnard, J. C (1989) & Bernard , D (1995) & Monnikhof ,R .: Edlenbos – J.; Van – Der – Krogt , R. (1998) & Horvat . E.; Van – Der – Krogt , R (1998) & Nelson . S. R. .: Bennet . D. J.: Nelson. C. R.; Rockenstein . W. H. (Nelson Associates) 1985.

وفيما يلي يُعرض مثال تفصيلي لتلك الأبحاث:

ITA working group on costs benefits of underground urban public transportation, *Examples of Benefits of Underground Urban Public Transportation System.* In Tunnelling and Underground Space Technology V2(1). Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain (1990).

يتناول البحث أمثلة للاستفادة من نظم النقل العام الحضري تحت الأرض على المستوى العالمي فللبناء تحـــت الأرض وخاصة المباني العامة مثل مباني النقل العام أهمية خاصة هذه الأيام نظرا لدوره في حل مشـــكلة الازدحـــام والتلوث البيئي وغيرهم من مشكلات. في هذا التقرير يتم حصر مشاريع النقل المقامة في المناطق الحضرية وأمثلة من ١٠ دول مختلفة حيث تم عرض الطرق المختلفة في تقييم المشكلة وصـــناعة القـــرارات التخطيطية والإنشائية لمشاريع النقل العام بالإضافة الى بعض دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع المقامة في إنجلترا

الهـــدف الأساسي من إقامة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض هو حل مشاكل المرور التي يتعثر حلها بالخطط التقليدية لذا فقد توسعت **دراسات النقل** (١) في تحليل دور مشروعات النقل الجمـــاعي تحت الأرض في خطة النقل المتكاملة في المدينة مع التطرق لاقتراحات لتحقيق تكامل ناجح بـــين كل وسائل المواصلات السطحية وتحت الأرضية كما تناولت أبحاث أخرى دراسة كيفية تحسين الأداء التشغيلي لأنظمة النقل تحت الأرضي القائمة قبلاً في المدينة لتفعيل دورها في إطار خطة متكاملة للنقل داخل المدينة أو الإقليم ومن أمثلة تلك الأبحاث البحث:

Mahdy, A. F., *Operational Requirements for Greater Cairo Underground Metro – Second line, Phase 1A*(1996)

و يتـــناول البحـــث متطلبات تشغيل الخط الثاني لمترو أنفاق القاهرة الكبرى لاستيعاب حجم الطلب المستقبلي حيث اهتم الباحث بدراسة وتقييم الأداء التشغيلي لجزء من الخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهـــرة الكبرى حيث أن نظام النقل الجماعي هو الحل الأمثل لمشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى وحيث أن الجزء المختار من الخط الثاني (موضوع البحث) يحتوي على أكثر من ٧٥% من طوله على مســـار تحت أرضي فهو يحسن من أداء وسائل النقل الأخرى والطرق السطحية بالإضافة الى المساهمة الكبيرة في تقليل الضغط على وسائل النقل العام السطحية. وكان الهدف الأساسي للبحث هو تحديد متطلـــبات التشغيل للجزء المختار من الخط ومناقشة تأثير وجود الخطوط الأخرى المقترحة في صورة شبكة من خطوط السكك الحديدية الخفيفة سواء كانت سطحية أو تحت الأرض وتخترق قلب القاهرة الكـــبرى وذلـــك عـــن طريق تحليل الأرقام والإحصاءات المعدة على "عدد الركاب - نوع التذكرة المستخدمة – زمن الرحلة – عدد القطارات. ..الخ).

---

(١) مثال لبعض دراسات النقل التي أجريت على مشروعات للنقل الجماعي تحت الأرضي:
Howard, D. F. (1986), Harold, L. (1982); Development Research and Technological Planning Center- Cairo University

وقد وصل الباحث الى عدة نتائج لتحسين الأداء العام لشبكة متكاملة من وسائل المواصلات بجتمعة وهي:

- إنهاء خطوط السكك الحديدية لشمال القاهرة في شبرا الخيمة بدلاً من ميدان رمسيس .
- إنهاء أوتوبيس النقل من والى خارج محافظة القاهرة (محافظات الشمال) الى شبرا الخيمة بدلاً من شارع أحمد حلمي.
- التكامل بين المترو وكل من قطارات هيئة سكك حديد مصر والأوتوبيسات التي تنقل خارج المحافظة.

تشترك كل المقالات المذكورة [1] في مجال **نظريات العمارة والتصميم المعماري لفراغات الركاب تحت الأرض** في التعرض للموضوع من خلال شرح سريع لمشروعات محطات مترو تحت أرضية دون ذكر أو توضيح معايير التصميم المعماري ودونما الخضوع لأي خط واضح من نظريات التصميم المعماري وإنما كان من الواضح أن المتطلبات الميكانيكية والكهربائية وتقنية الإنشاء وغيرها من التخصصات غير المعمارية هي العامل الأساسي في تشكيل الفراغات المعمارية. ومن أمثلة هذه الأبحاث:

أبو المجد، محمد محمود ، *محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية - مشروعات محطات مترو الأنفاق حالة دراسية*. - كلية الهندسة جامعة الأزهر.

يتناول البحث عرضاً وتصنيفاً لمحددات التصميم المعماري ويوضح عدم ثبات هذه المحددات وتنوعها تبعاً لنوع وطبيعة المشكلة أو المشروع تحت التصميم من خلال حالة دراسية لمشروع محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث تمثل المحطات نموذجاً للمشروعات المركبة التي يظهر فيها بصورة واضحة تأثير تلك المحددات على القرارات التصميمية. وقد تناول الباحث هذا البحث من خلال خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى -الخط الثاني (شبرا الخيمة الجيزة). وقد ذكر المحددات على أنها: أولاً طبيعة النشاط المزاول في المبنى، ثانياً مسار خط السكك الحديدية ومناسيبه، ثالثاً حركة الركاب والحركة العابرة بالمحطات، رابعاً سياسة تحصيل التعريفة، خامساً طريقة تنفيذ النفق ومنسوب رصيف الركاب، وسادساً عرض الطريق المقام فيه المحطة متناولاً مدى تأثير كل محدد في تكوين الملامح الرئيسية للمحطات. وكان الهدف الرئيسي لهذا البحث هو اثبات أن محددات التصميم عامة متغيرة تبعاً لظروف المشروع، وليس المقصود به دراسة لمحطات المترو.

---

(1) Verheulpen, G.; Neyens, A. (1992) & Ross, R.; Wagenbach, B. (1995): Museum Station – structural and architectural design

٢-٣- الخلاصة

توضح الدراسات السابقة بمجالات الاهتمام البحثي المتعلقة ببناء محطات الركاب وخاصة (المترو) تحت الأرض والتي انحصرت في المجالات: تقنية مواد وطرق الإنشاء، حماية وتأمين المنشأ والمستخدمين، النواحي الميكانيكية والكهربائية (صوت – ضوء)، النواحي الاقتصادية والقانونية، التخطيط السياسي والتخطيط الحضري، وتصميم المعماري

من الناحية المعمارية وفي المقالات التي تم الحصول عليها يعتمد الكاتب (غالباً ما يكون المصمم) على وصف سريع المشروع المقصود سواء كان محطة وحيدة تم إضافتها أو تعديلها في خط قائم قبلاً أو عدة محطات تشكل جزء من خط تم تصميمه وإنشاءه حديثاً. ويفهم من سياق المواضيع عدم وجود خط موحد يربط بين كل المصممين في كل المشاريع المطروحة كما هو الحال لأنواع المشاريع الأخرى (المستشفيات-المدارس-المباني الرياضية...الخ) لذا يهدف هذا البحث للتعرف على طبيعة مشاريع محطات الركاب تحت الأرض وتحليل المشاريع المقامة سابقاً للتعرف على المحددات والمعايير التصميمية لهذه النوعية من المشروعات. ثم تقييم التجربة المصرية في ضوء التجارب العالمية. وفي الباب التالي سيتم التعرف على الأنماط التصميمية للمحطات ثم الوصول الى العناصر الأساسية المكونة للمحطات ثم التناول بالتفصيل المحطات تحت الأرضية من ناحية المعالجات المعمارية عند تصميم كل عنصر من العناصر الأساسية.

الباب الثاني

التعمق في فهم طبيعة محطات نقل الركاب تحت الأرض

وفـــيه يـــتم الـــتعرف على الأنماط التصميمية للمحطات ثم الوصول الى العناصـــر الأساســـية المكونة للمحطات ثم التناول بالتفصيل المحطات تحت الأرضـــية من ناحية المعالجات المعمارية عند تصميم كل عنصر من العناصر الأساسية

الفصل الثالث: التعريف بمشروع مترو الأنفاق

ويعرض فيه بعض الأنماط التصميمية لمحطات مترو الأنفاق ومعرفة مميزات الشخصية لكل نمط تصميمي

الفصل الرابع: المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

ويعرض فيه المعايير التصميمية التي اتبعها قبلاً المصممين المعماريين والمعالجات المعمارية التي اتبعت للتغلب علي المشاكل التصميمية

الفصل الثالث

التعريف بمشروع مترو الأنفاق

- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب على خطوط السكك الحديدية
- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءاً على مسار الخط ومناسيبه
- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءاً على موقع المحطة بالنسبة للخط التى تعمل عليه
- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءاً على موقع المحطة داخل النسيج العمرانى الذى يخترقه خط المترو

الفصل الثالث

٣- التعريف "بمترو الأنفاق"

٣-١- تمهيد

مشـــروع "مترو الأنفاق" هو نمط من أنماط السكك الحديدية. و هو قطار يسير علي سكة حديـــد بباطن الأرض مخترقا المدينة المقام بها المشروع متوقفا في محطات علي مسافات صغيرة نسبيا، يـــتكون عـــادة مـــن أربعـــة عناصر و هي :خطوط السكك الحديدية، مباني المحطات، مباني ملحقة (للأغراض الخدمية و متطلبات التشغيل)، وورش للصيانة. الهدف الأساسي من إنشاء هذه النوعية من المشـــروعات هو توفير وسيلة نقل سريعة و مريحة و آمنة للركاب و لتخترق المناطق الحضرية المزدحمة الـــتي يصعب اختراقها بوسائل المواصلات الأخرى (السيارات الخاصة- أتوبيسات .... الخ) أو لتنقل الراكـــب من و إلى أطراف المناطق الحضرية (الضواحي) عن طريق (أو دون) اختراق المناطق الحضرية نفســـها . ولتحقيق هذا الهدف من مشروعات مترو الأنفاق يجب أن يقام المشروع بحيث يتكامل مع وســـائل المواصلات الأخرى مكوناً مع غيره من وسائل المواصلات شبكة متشعبة ذات كفاءة عالية للوصول وذلك عن طريق :

- التكامل مع طرق المشاة و راكبي الدراجات .
- التكامل مع الطرق الآلية .
- التكامل مع غيره من مشاريع السكك الحديدية شبكة متصلة .
- التكامل مع موانئ الملاحة الجوية .

ويهـــتم هذا الباب بدراسة و تفهم طبيعة مباني محطات نقل الركاب تحت الأرضية عن طريق التعرف علي الأنماط التصميمية للمحطات التي تخدم علي مسار الخط والتعرف على المعايير التصميمية المطلوبة للمحطات عامة ثم للمحطات تحت الأرضية بصفة خاصة

٣-٢-الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب علي خطوط السكك الحديدية

تصنف محطات نقل الركاب إلى عدة أنواع بناءا علي

أولاً-مســـار الخط و مناسيبه وتنقسم الى المسار سطحي وهو ذو المحطات السطحية أو المسار العلوي وهـــو ذو المحطات المرفوعة أو المسار تحت الأرضي وهو ذو المحطات تحت الأرضية. ثانياً-موقع المحطة بالنسبة للخط، وهو إما في بداية الخط أو نهايته اما محطة نهائية أو محطة وسطية (وهي التي تقع ما بين المحطتين النهائيتين على طول المسار)، أو محطة تبادلية (وهي التي تربط بين الخط الرئيسي وخط آخر). ثالثاً -موقع المحطة داخل النسيج الحضري الذي يخترقه الخط الذي تعمل عليه المحطة، وهي نتقسم الى محطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية أو محطات الضواحي والمناطق الريفية أو محطات المطارات. ويعرض كل منها بالتفصيل فيما يلي.

٣-٢-١- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءاً علي مسار الخط و مناسيبه

كما سبق ذكره تنقسم هذه المحطات الى ثلاث أنواع من المحطات هي كالآتي:

٣-٢-١-١- المحطات السطحية Ongrade Stations

وفي هـــذا النوع تخدم علي خطوط السكك الحديدية السطحية. تعتمد نظرية إقامة مشروع النقل السريع علي عدم تعرضه الى آي تقاطعات من أي نوع و يكون الأولوية لمساره بينما تحول كل الـــتقاطعات و الاتجاهـــات الفرعية للشوارع إلى كباري علوية أو أنفاق تعبر فوق أو تحت منسوب الســـكة لذا فان هذا النوع من خطوط السكك الحديدية تحول المنطقة المار بها إلى منطقتين منفصلتين تماما و مع إعادة الربط بينهما عن طريق الكباري العلوية أو الأنفاق للحركة الآلية و المشاة (شكل ٣ -١) و تنقسم المحطات الواقعة علي هذا النوع من السكك الحديدية الى ما يلي :

ا- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب السكة

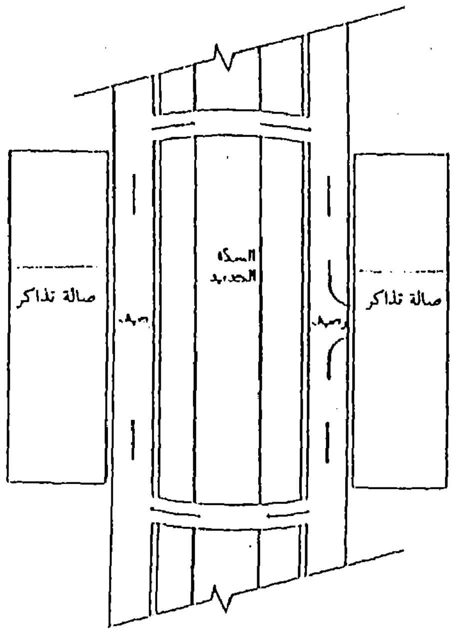
حيث تكون صالة التذاكر وحيدة علي أحد جانبي السكة و يكون دخول و خروج الركاب من جهة واحدة و ينتقلون من رصيف إلى آخر عن طريق كباري علوية أو أنفاق مشاه (شكل٣-٢)

ب- محطة ذات صالتي تذاكر في منسوب السكة .

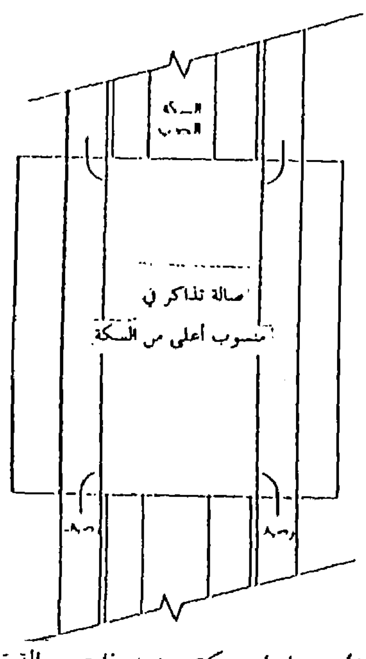
حيـــث تنقســـم صالة التذاكر إلى جزئين علي جانبي السكة و في هذه الحالة يكون دخول وخروج الـــركاب خلال أي من صالتي التذاكر مع وجود كباري علوية أو أنفاق لنقل الحركة بين الرصيفين (شكل٣-٣) .

ج- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب مختلف عن منسوب السكة

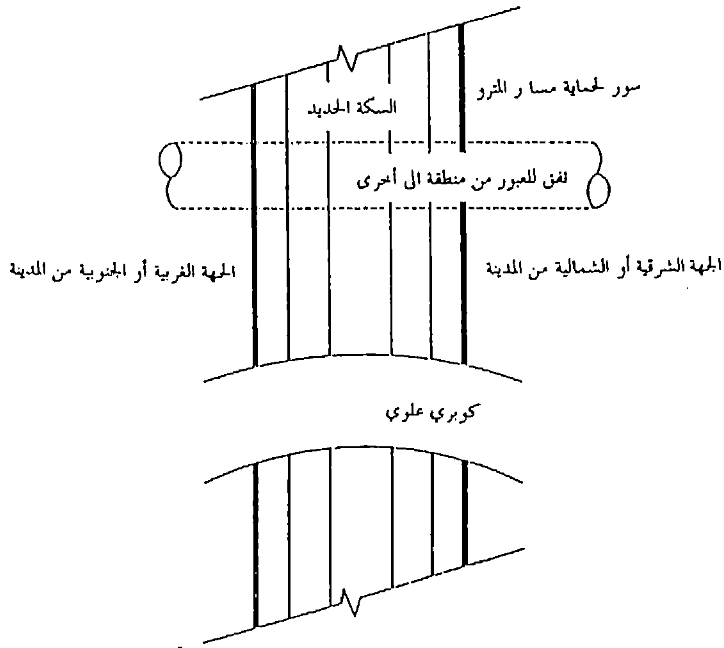
ســـواء كانـــت صالة التذاكر اعلي منسوب السكة أو اسفل منسوب السكة يكون دخول و خروج المحطـــة مـــن أي جانبي السكة. وفي هذه الحالة تستخدم صالة التذاكر في نقل الحركة بين الرصيفين (شكل٣-٤) وتوضح الأشكال (٣-٥أ و٣-٥ب) أمثلة لهذه النوعية من المحطات.



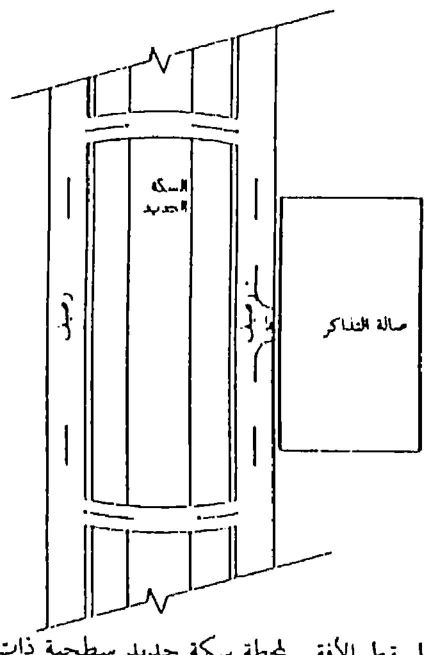
شكل (٣-٣) كروكي للمسقط الأفقي لمحطة سكة حديد سطحية ذات صالتي تذاكر في منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق كباري علوية أو أنفاق



شكل (٣-٤) كروكي للمسقط الأفقي لمحطة سكة حديد ذات صالة تذاكر أعلى أو أسفل منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق صالة التذاكر نفسها



شكل (٣-١) يوضح تأثير خطوط السكك الحديدية السطحية على المدينة حيث تفصلها الى جزئين منفصلين وتكون في حد ذاتها حدود جديدة للمنطقة المارة بها



شكل (٣-٢) كروكي المسقط الأفقي لمحطة سكة حديد سطحية ذات صالة تذاكر وحيدة في منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق كباري علوية أو أنفاق

شكل (٣-٥) أمثلة لمحطات ذات صالة تذاكر أعلى (أسفل) منسوب سكة القطارات



شكل (٣-٥أ) قطاع عرضي في محطة "كانو أماريللي" مترو كاراكاس - فنزويلا

يوضح الشكل وجود صالة تذاكر وحيدة أسفل منسوب السكة المرفوع عن مستوى الطريق بحيث تكون صالة التذاكر في منسوب الطريق وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق سلالم داخل صالة التذاكر



شكل (٥-٣ب) قطاع عرضي في محطة "أجوا سالود" مترو كاراكاس - فنزويلا

يوضح الشكل وجود صالة تذاكر وحيدة أعلى منسوب السكة (تحت الأرض) بحيث تكون صالة التذاكر في منسوب الطريق وتنقل الحركة بين الأرصفة سلالم داخل صالة التذاكر

و يؤخـــذ عـــلي المحطـــات السطحية أنها تحول المنطقة المار بها خط السكك الحديدية إلى منطقتين منفصـــلتين تماما عدا بعض الكباري العلوية أو الأنفاق للمشاة و الحركة الآلية مما يسئ[1] الى المنطقة وترابطها وهذا بالإضافة الى أن خط السكك الحديدية يستقطع من عرض الطريق المقام فيه مما يزيد من الكثافة المرورية به . وأخيراً قد يستحيل توفير مكان لهذا الحل في الأماكن الحضرية المدمجة (ذات كثافة بنائية عالية) مثل وسط المدينة و المناطق التجارية المخططة مسبقاً.

٣-٢-١-٢ المحطات العلوية Viaduct Station

وفى هـــذا الحـــل يرتفع منسوب السكة عن منسوب الشارع ليحافظ على التكوين القائم للشـــارع المـــار به بما فيه من مسارات حركه وتقاطعات وإشغالات وترتفع المحطة مع السكة وتكون ذات صـــالة تذاكـــر وحيده تستخدم لنقل الركاب بين الرصيفين سواء كان منسوبها أعلى أو أسفل السكة (شكل٣-٦) & (شكل٣-٧)

ويؤخـــذ المحطـــات العلويـــة تغيير صوره المدينة[2] ويشكل عائق بصري يحول دون استمراريه تتابع واجهـــات المـــباني المطلـــة على الشوارع المار بها الكباري العلوية حامله السكة والتي قد تكون ذات شخصـــيه معماريـــة متمـــيزة بالإضافة إلي أن الكوبري العلوي الذي قد يقلل خصوصية المباني المار بجانبها.

٣-٢-١-٣ المحطات تحت الأرضية Underground Stations

وتنقســـم المحطات تحت الأرضية أما الى المحطات القريبة من سطح الأرض أو تلك العميقة.
فإذا كان منسوب السكة قريب من سطح الأرض وينفذ النفق المار به السكة بطريقه الحفر المكشوف Cut and Cover تكون للمحطة من أحد البدائل الآتية:

- محطة ذات صالة تذاكر وحيده على أحد جانبي السكة وفى نفس المنسوب
- محطة ذات صالتى تذاكر على جانبى السكة وفى نفس المنسوب وفى الحالتين يتم نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق أنفاق عبور شكل(٣-٨)
- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب مختلف عن منسوب السكة شكل (٣-٥-ب)

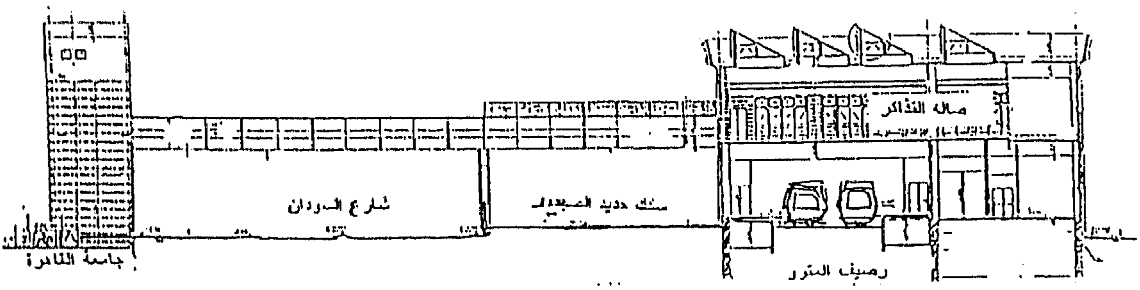
امـــا إذا كـــان منسوب السكة بعيد عن سطح الأرض ويكون النفق المار به السكة منفذ بماكينة حفر وتغليف فى باطن الأرض Bored Tunnel تكون المحطة ذات صالة تذاكر وحيده أعلى من منسوب السكة يتم استغلالها لتوزيع الحركة بين الأرصفة شكل (٣-٩)

ويؤخـــذ عـــلى تنفيذ النفق المنفذ بطريقة الحفر المكشوف أن منسوب السكة القريب من سطح الأرض يســـبب إضـــطراب مستمر طول فتره التنفيذ للمناطق المار بها المشروع مما يؤدى إلى تعطيل الحـــركة المروريه نظرا لمتطلبات وظروف تنفيذ المشروع وهذا بالإضافة الى أن المحطات ذات منسوب السكة البعيد عن سطح الأرض

---

(1) B.M. Khairy, R.E. Morkos (1997) Integrating Modern Technology Methods in the Traditional Urban Fabric — El Azhar Engineering Fifth International Conference

(٢)تم دراسة هذه الجزئية بالتفصيل في بحث تام به م/ احمد عبد الله محمد عبد الغنى، الطرق العلوية وتأثيرها على الشكل البصري للمدينة – دراسة عن القاهرة – ماجستير– كليه الهندسة جامعه القاهرة .

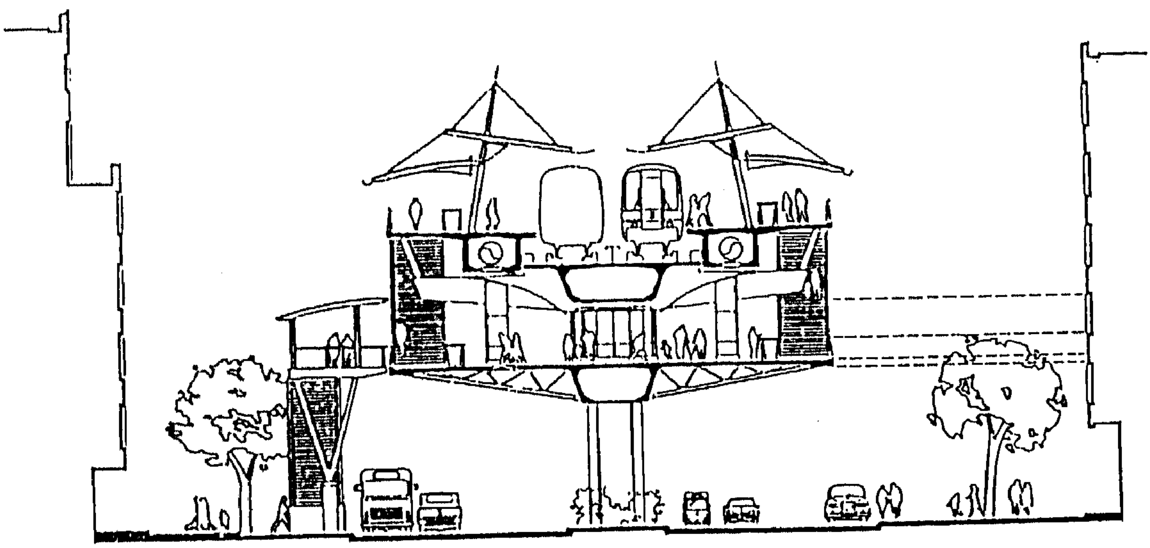


شكل (٣-٦) يوضح مثال لمحطة سطحية ذات صالة تذاكر وحدة فوق منسوب السكة

محطة جامعة القاهرة — الخط الثاني لمترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتم نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق صالة التذاكر

المصدر:الهيئة القومية للأنفاق



شكل (٣-٧) يوضح مثال للمحطة المرفوعة ذات صالة تذاكر مرفوعة ولكن أسفل منسوب السكة

مشروع سكك حديد خفيفة مرفوعة فوق شارع بانكوك — بانكوك — الصين

(عميق) تؤدي الى ارتفاع التكلفة نسبيا للمشروع ككل بالإضافة إلى التعقيدات الطارئة على إجراءات تامين وحماية المنشآت والركاب.
وسوف يتناول الجزء التالي بالدراسة التفصيلية التصميم المعماري للمحطات تحت الارضية من حيث موقع المحطة بالنسبة للخط وموقعها داخل النسيج العمراني.

٣-٢-٢ الانماط التصميميه لمحطات نقل الركاب بناء على موقع المحطة بالنسبة للخط التى تعمل عليه:

تنقسم أنماط المحطات تبعا لموقعها على الخط الى أولاً محطة نهائية وهي تقع في بداية أو نهاية الخط، ثانياً محطة وسطيه وهي التي تقع على طول الخط بين المحطتين النهائيتين، ثالثاً محطة تبادليه وهي محطة تجمع بين أكثر من خط من خطوط شبكة المواصلات.

المحطات النهائية

يحتوى أي خط على محطتين نهائيتين في أطرافه وينحصر بينهما عدد من المحطات الوسطية موزعه بطول مساره ويتشابه النوعان من المحطات فى كثير من نواحى التصميم إلا أن المحطات النهائية تحتوي على عدد أكبر من أرصفة "الوصول" وتحتوي على مساحات تخزين لاحتمال وصول أكثر من قطار في آن واحد.
ويكون من المفضل أن تصمم محطة (أو أكثر) في وسط الخط على أنها نهائية ثانوية تحتوي على مساحات تخزين القطارات بأعداد تتناسب مع طول الخط وزمن الرحلة وهذا يساعد على توزيع القطارات بانتظام في الساعة الأولى من بداية التشغيل (صباح كل يوم) حيث تنطلق القطارات صباحاً من ثلاث نقاط أو أكثر حسب طول الخط وهم المحطتان النهائيتان والمحطات النهائية الثانوية وبالمثل تتوقف القطارات في ثلاث نقاط أو أكثر في نهاية التشغيل (ليلة كل يوم).
تحتوي المحطات النهائية على مساحات أكبر مخصصة لخدمة مشغلي وسائقي القطارات مثل: عرفة استراحة وتغيير ملابس ،مطعم وجبات خفيفة، غرفة للمبيت، بالإضافة الى مساحات أكبر مخصصة للصيانة الخفيفة والسريعة

المحطة الوسطية

ليس لها أي ملامح أو متطلبات تتعدى المتطلبات الأساسية لمحطات نقل الركاب

المحطات التبادلية

توجد المحطات التبادلية حيث يتوفر للراكب التغيير من وسيلة مواصلات الى أخرى أو من خط الى خط من خطوط المترو أو من المترو الى السكك الحديدية المختلفة.
ينمو الاتجاه العالمي نحو توفير الاتصال الكامل بين وسائل المواصلات العامة بحيث تكون كل وسائل المواصلات عبارة عن شبكة متصلة في المدينة ككل ومن صور هذا الاتصال أن يقوم الراكب بدفع

الأجر للرحلة الكاملة التي يريد أن يقوم بها مرة واحدة بغض النظر عن عدد وأنواع وسائل المواصلات التي يستخدمها كما في مدينة Wear and Tyne – بريطانيا [1] وذلك لتشجيع ساكني المدن الكبيرة على ترك السيارات الخاصة واستخدام المواصلات العامة وهذا ينعكس بدوره على انخفاض الكثافة المرورية على الطرق الآلية.وتقليل نسبة تلوث الهواء بعوادم السيارات.

يعتمد نجاح التصميم المعماري لهذه النوعية من المحطات في أولاً: توفير سهولة وحركة الركاب أثناء انتقالهم من وسيلة مواصلات الى أخرى وذلك عن طريق خطة كاملة ومحكمة في توزيع العلامات الإرشادية مع النجاح في تصميم الممرات والطرقات التي تنقل الراكب من منطقة الى أخرى. ثانياً توفير المتطلبات الملحة والسريعة للراكب مثل مناطق بيع الجرائد والأطعمة السريعة والمقاهي مع توفير وسيلة الترفيه المطلوبة للراكب المنتظر بضع دقائق مثل أعمال الدعاية والإعلان الجذابة أو شاشات عرض فقرات سريعة ٠٠٠٠٠الخ.

شكلا (٣-١٠)، (٣-١١) يوضحان مثالين لمحطتين تبادليتين بين نوعين من خطوط السكك الحديدية

٣-٢-٣- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءاً على موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه خط المترو

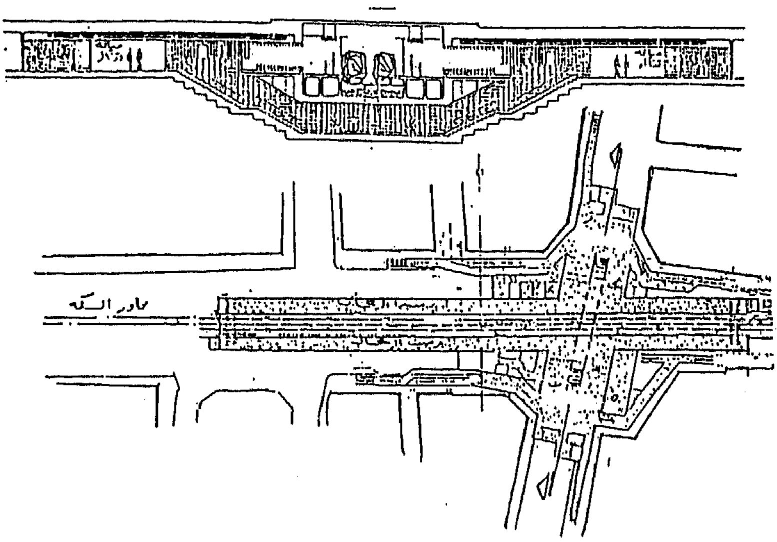
يختلف تصميم محطة نقل الركاب بناءاً على موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه الخط فهناك نمط للمحطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية والسكانية ونمط آخر للمحطات التي تقع في الضواحي و المناطق الريفية Suburban Station (ذات الكثافة البنائية المنخفضة) وهذا بالإضافة الى نمط ثالث لمحطات المطارات Airport Station.

٣-٢-٣-١- محطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية والسكانية (ذات نسيج حضري مدمج)

غالباً ما تضاف هذه النوعية من المحطات على النسيج العمراني بعد اكتمال تكوينه فيتم تصميم المحطة بعد ثبات الشكل الحضري والمعماري للمنطقة وعليه يخضع المصمم لكل قيود الموقع ليتمشى في أغلب الأحوال الطابع المعماري للمحطة مع المنطقة المحيطة، ويحترم تنسيق موقع المحطة بما فيه من طرق وممرات السيارات والمشاة مما يزيد من القيود على تصميم مداخل ومخارج المحطة،ويحترم قوانين البناء والحالة الإنشائية للمباني المحيطة ٠٠٠الى آخره من قيود ظروف الموقع المحيط وغالباً ما تقام هذه المحطات تحت الأرض نظراً لصعوبة توقيعها في موقعها سطحياً.

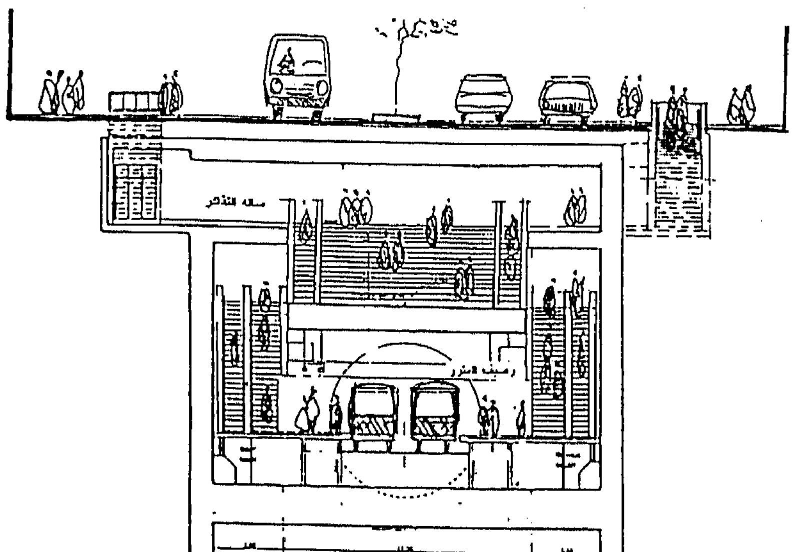
---

(1) Harold. I. *The Impact of Metro and Public Transport Integration in the Tyne and Wear.* In The Metro Report-(1982)



شكل (٣-٨) يوضح محطة ذات صالتي تذاكر في نفس منسوب السكة – حيث يتم نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق أنفاق "تحت منسوب السكة"

المصدر: أبو المجد، محمد محمود (١٩٩٧)، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق – حالة دراسية. خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة – الجيزة)



شكل (٣-٩) يوضح مثال لمحطة تحت أرضية ذات صالة تذاكر وحيدة فوق منسوب السكة حيث تم استغلالها لنقل حركة الركاب بين الأرصفة – مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

المصدر : المرجع السابق

٣-٢-٣-٢- محطات الضواحي - المناطق الريفية Suburban Station

غالــباً ما يتبع المدن الكبيرة عدد من الضواحي الهادئة التي توجد على أطراف المدينة وغالباً ما تكــون قــد خصصت بكاملها للسكن أو للصناعات الخفيفة وفي جميع الأحوال تحتاج تلك الضواحي الى وسيلة مواصلات سريعة ومريحة تربطها بقلب المدينة مما يتطلب إقامة محطات لخطوط السكك الحديدية التي تخــترق المديــنة في تلك الضواحي. وبالمثل قد يتبع المدن بعض القرى الزراعية، وفي كلا الحالتين فإن إقامة محطــة في ضــاحية أو منطقة ريفية يرفع من المستوى الاقتصادي ويساعد على التنمية الاجتماعية للمنطقة المحيطة بالمحطة عن طريق زيادة الخدمات . ولكن في حالة المناطق الريفية يجب أن تخضع هذه التنمية لتخطيط جــيد بحيــث تقتصــر على فتح أسواق عمل جديدة أو إقامة خدمات إضافية مثل أسواق تجارية لتسويق المنتجات الريفية لهذه المنطقة - إقامة مدارس ومعاهد تعليمية - إقامة تجمع للخدمات الإدارية المطلوبة لخدمة هذه المنطق دون تحويل المناطق الزراعية الى مناطق سكنية.

الشكل المعماري لهذا النمط من المحطات

قــد تفتقر المناطق الريفية أو الضواحي إلى الطابع المعماري المميز لهذا يكون للمصمم كل الحرية لإبداع تصميم متفرد للمحطات خالي من أية قيود تفرضها عليه المنطقة أو ظروف الموقع.

تصنف المحطات في الضواحي والمناطق الريفية تبعاً لموقعها الى نوعين هما[1] :

أ-المحطات الوسطية (الجزيرة) Island Station

وهــو النمط المتعارف عليه في المناطق ذات الكثافة غير العالية والضواحي حيث يكون موقع المحطة معــزولاً عن النسيج العمراني عن طريق مسطحات انتظار سيارات ومواقف سيارات الأجرة نقل الركاب من المحطة الى باقي مناطق الضاحية (شكل ٣-١٢). وتظهر المحطة واضحة كعلامة مرئية Land mark ذات تصميم مستقل وسط ضاحية قليلة المعالم، مثال ذلك محطة حلوان-الخط الأول مترو أنفاق القاهرة الكبرى

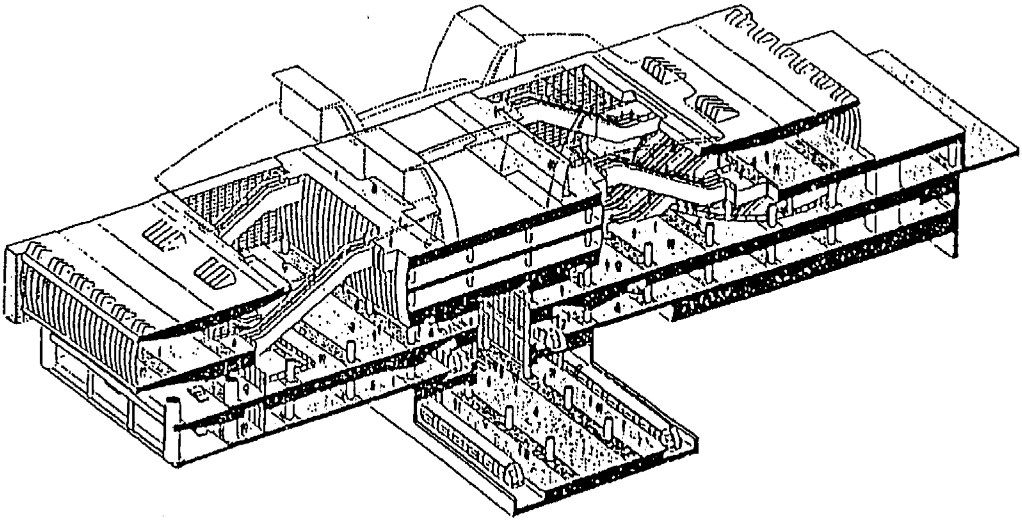
ب-محطة الميدان Square Station

ليعطي الموقع المتميز داخل ميدان له ثقل معماري وحضري للمحطة حيث يوفر الموقع فراغ مغلق محــاط بأشجار - محلات تجارية التي يحتويها الميدان ويتم تمييز مداخل المحطة عن طريق تنسيق موقع الميدان ويصــبح التــتابع الحــركي للراكب بدءاً من الميدان ثم إلى فراغ مدخل المحطة ثم الى صالة التذاكر ثم الى الرصيف انتهاء بالقطار.

مقارنـــة بحالة المحطات الواقعة بالنسيج الحضري المدمج حيث تتضمن المحطة الأنشطة التجارية داخل فــراغ المدخــل، يكون النشاط التجاري في حالة محطة الميدان هو امتداد طبيعي لفراغ المدخل الى الميدان وبالعكس بحيث يتحقق اندماج المحطة داخل البيئة الحضرية بنجاح.

---

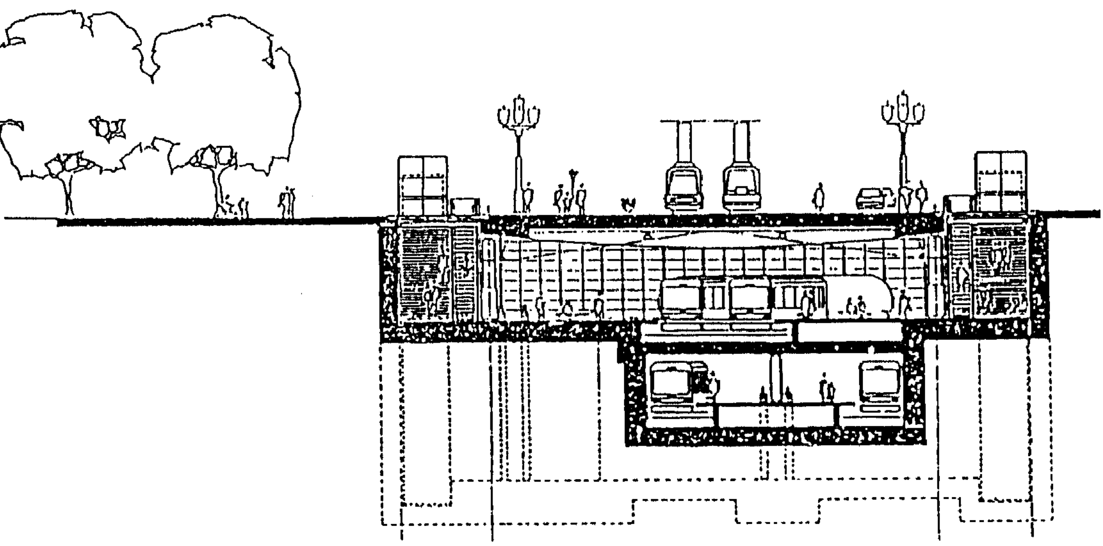
(1) Edwards, B. In The Modern Station – New approaches to railway architecture E.& FN SPON 1997.



شكل (٣-١٠) يوضح مثال لمحطة تبادلية بين خطين من السكك الحديدية

رسم مجسم لمحطة كوولون – هونج كونج

المصدر: Edwards, B. The Modern Station – New Approaches to Railway Architecture E & FN SPON London UK.-1997



شكل (٣-١١) يوضح مثال لمحطة تبادلية لخطي سكك حديدية تحت أرضية وخط ترام علوي

قطاع مار في محطة روناس – مشروع خط V5 برنموف – برلين – ألمانيا

المصدر : المرجع السابق

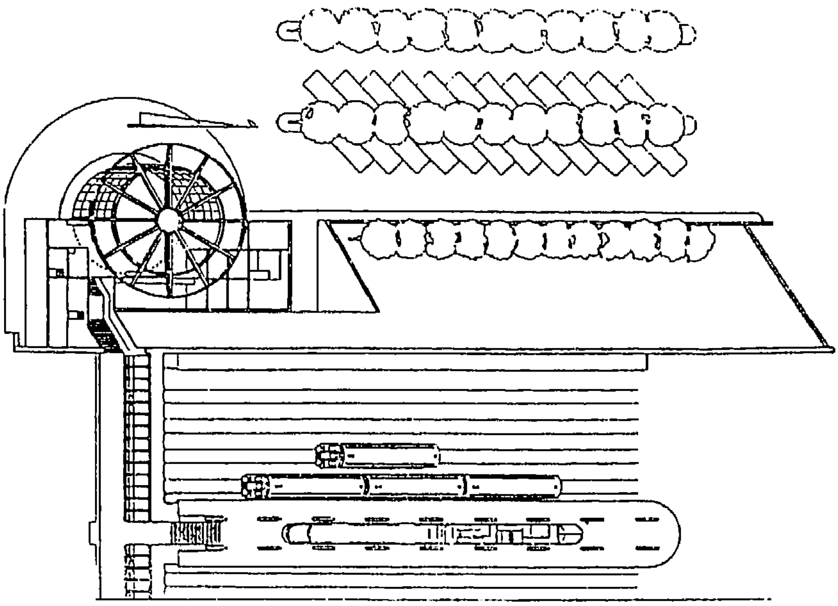
٣-٢-٣-٣- محطات المطارات Airport Station

نظـــراً للتوسع في وسائل النقل الجوي والإقبال المتزايد على استخدام هذه الوسيلة السريعة للنقل لمسافات طويلة ونظراً للمتطلبات الفنية للمطارات التي تحتم وجود المطار على أطراف المدينة فقد أصبح من المنطقي توفير وسيلة مواصلات سريعة وأقل تكلفة لنقل المسافر الجوي من المطار الى وسط المدينة أو المناطق السكنية داخل المدينة وبالعكس ويكون المترو هو أفضل وسيلة مواصلات تخترق قلب المدينة وتتصل بباقي وســـائل المواصلات وذلك عن طريق إقامة محطة ذات خصائص معمارية مختلفة عن المحطات العادية داخل المطارات.(شكل ٣-١٣)

الخصائص المعمارية لهذا النمط من المحطات:

وتخـــتص عمـــارة هـــذه المحطات بتوافر طرق لربط المحطة بالمطار بسهولة وذلك بتمييزها بقصر المســـافات وسهولة التعرف على المسارات وتوحيد اتجاهات السير لزيادة انسيابية الحركة ووجود الوسائل المطلوبة لنقل الأمتعة والحقائب

أما بالنسبة للمحطة نفسها فنرى تمييزها بالاعتناء بالمساحات والأبعاد المناسبة لمتعلقات وأمتعة المسافرين مع توفير مسطحات حركة أوسع من المحطات العادية وبالتكنولوجيا المطلوبة لسهولة نقل الأمتعة والحقائب من المطـــار الى القطار وبتوفير العلامات الإرشادية بطريقة واضحة خاضعة للإشارات العالمية ومزودة باللغات الأجنبية لسهولة حركة الأجانب ويفضل أن تكون الحركة الرأسية بواسطة السلالم والسيور المتحركة.

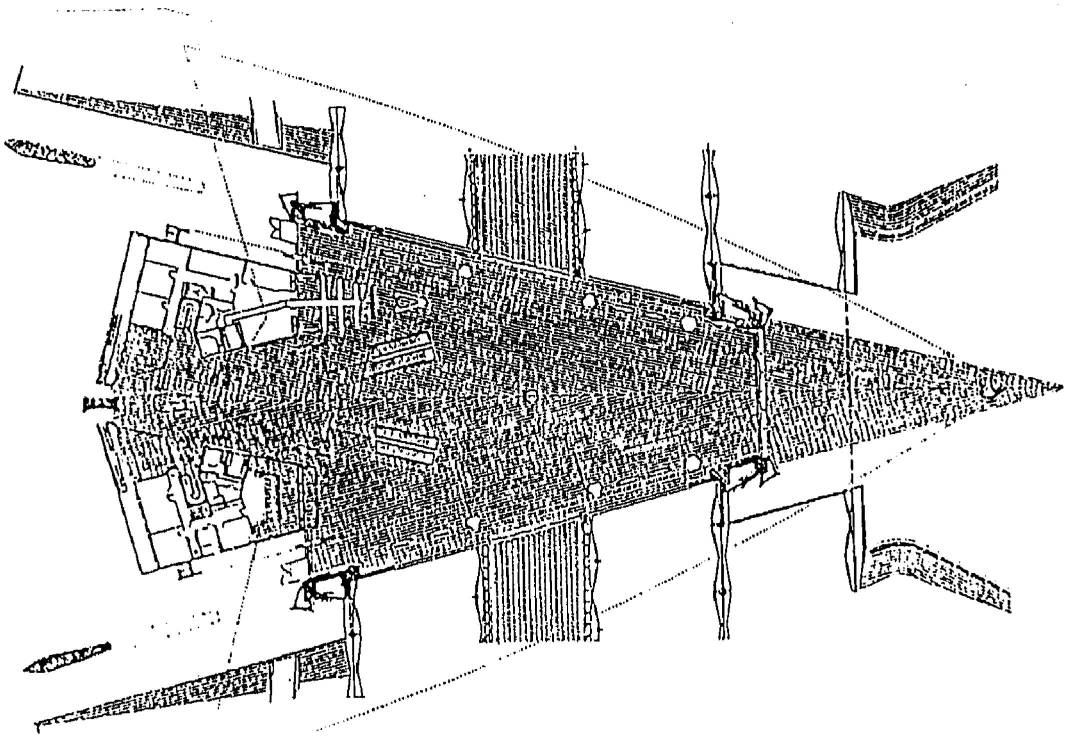


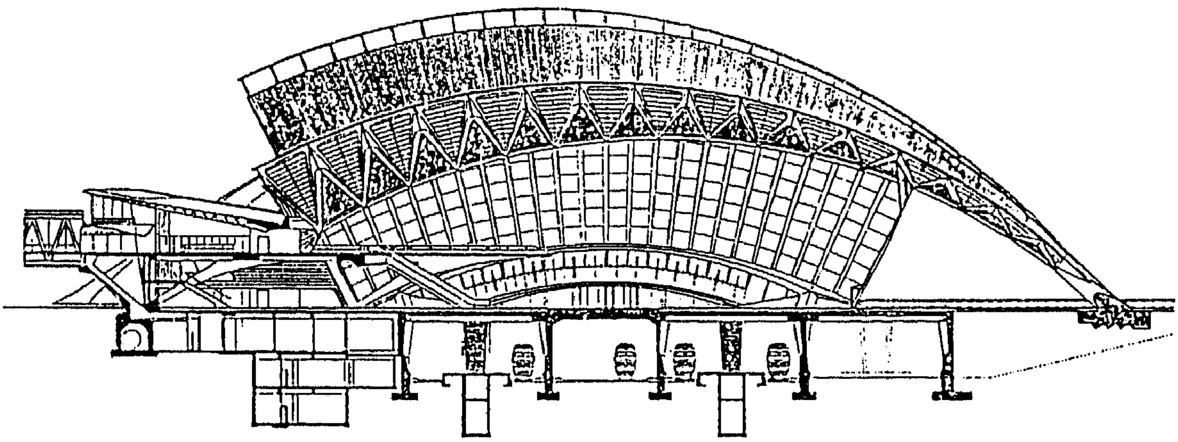
شكل (٣-١٢) يوضح الموقع العام لمحطة "رد هيل" – إنجلترا – مثال لمحطة تقع في ضواحي المدينة

المصدر:- Edwards, B. The Modern Station

. New Approaches to Railway Architecture.

E & FN SPON London UK.-1997





شكل (٣-١٣) محطة ليون ساتولا-باريس-فرنسا

(أ) المسقط الأفقي للمحطة التي تعمل مع مطار ليون بحيث يتضح **فراغ التوزيع** الكبير مع وجود سلالم كهربائية لسهولة الحركة والعناصر **الإنشائية التي** تساعد في توجيه الركاب

(ب)قطاع طولي في صالة التوزيع للمحطة

المصدر:- Edwards, B. The Modern Station – New Approaches to Railway Architecture E & FN SPON London UK.-1997

٣-٣ خلاصة

يـــتكون مشـــروع المترو من خطوط السكك الحديدية – مباني المحطات – مباني ملحقة – ورش للصـــيانة. تتنوع الأنماط التصميمية للمحطات حسب مسار الخط ومناسيبه – موقع المحطة بالنسبة للخط – موقع المحطة داخل النسيج الحضري الذي يخترقه الخط.

اتفقـــت كل الأنماط التصميمية للمحطات في أن المحطة يجب أن تحتوي على ثلاث عناصر رئيسية هي: **المداخل** التي تنقل الراكب الى داخل المحطة **وصالة التذاكر** حيث يحصل الراكب على التذكرة الخاصة به بالإضافة الى ممرات حركة الركاب من والى صالة التذاكر **وأرصفة انتظار القطارات.**

اختلفت الأنماط التصميمية للمحطات في كيفية معالجة الثلاث عناصر الرئيسية وعلاقاتها بالنسبة لبعضها حيث تتعدد صور صالة التذاكر (صالة تذاكر وحيدة – صالتي تذاكر على جانبي سكة القطارات – صالة تذاكر أعلى منسوب السكة – صالة تذاكر أسفل منسوب السكة .... الخ) وتعددت صور أرصفة انتظار القطارات (رصيفين جانبيين – رصيف واحد مركزي يخدم سكتي القطارات).

وسيتم مناقشة هذه العناصر الأساسية ومعاييرها التصميمية في الفصل الرابع.

الفصل الرابع

المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

- تحديد مشاكل التواجد تحت الأرض
- العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعمارى لمحطات نقل الركاب تحت الأرض
- المعالجات المعمارية لفراغات المحطات تحت الأرضية ومشكلاتها
- أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

الفصل الرابع
٤- المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

٤-١- تمهيـــــــد

على الرغم من كثرة مميزات الإنشاء تحت الأرض التي سبق عرضها في الفصل الأول جزئية ١-٣ إلا أن التصـــميم المعمـــاري للفراغات تحت الأرض يواجه الكثير من المشاكل التي يجب على المعماري التغلب عليها بقدر الإمكان أثناء التصميم ويقاس نجاح التصميم المعماري بمدى تحقيق الحلول لتلك المشاكل

٤-١-١- مشاكل التواجد تحت الأرض[1]

أولاً: يجب التعرف على الآثار النفسية والفسيولوجية للوجود تحت سطح الأرض وأسبابها حتى يمكـــن التوصل لطرق خلق بيئة تحت أرضية صحية. فقد تم نقل هذه الآثار السلبية عن الصورة الذهنية التي تـــرس خت عبر التاريخ والثقافات والتجارب الشخصية لمستخدمي الفراغات تحت الأرضية مثل الكهوف الطبيعـــية الـــتي استخدمت قديماً كمأوى وبعض المنشآت (من صنع الإنسان) مثل المقابر والقبوات المؤدية لأماكن الهروب والاختباء أثناء الغارات والحروب، فكانت هذه الفراغات مظلمة وباردة ورطبة وقليلة الهواء مما أعطى الإحساس بالغموض والخوف. .....الخ أيضاً مرتبطة في الأذهان بالخوف وانقباض الروح.

ثانـــياً: عدم ظهور المبنى فوق سطح الأرض يتسبب في عدم وضوح صورة المبنى للمستخدم وهو في طريقه للمبنى. ثالثاً: الحركة أثناء النزول للمبنى تحت الأرض دائماً ما تكون الى أسفل وهذا قد يولد إحساس سلبي مـــثل الخـــوف وعدم الرغبة في التقدم. رابعاً: الوجود داخل المبنى تحت الأرضي وعدم اتصال المبنى بالبيئة الخارجـــية عـــن طريق النوافذ والواجهات قد يفقد رواد المكان للتوجيه داخل الفراغ Disorientation خامساً: الوجود داخل أماكن محكمة الانعزال عن البيئة الخارجية (السطحية) قد يولد لدى مستخدم الفراغ عدم الثقة في إمكانية الهروب والنجاة أثناء حالات الطوارئ وبالتالي عدم الأمان. وأخيراً: الإضاءة والتهوية الصناعية تعطي الإحساس بعدم الراحة

(1) John Carmody – Part 2: Design for people in underground facilities. In Underground Space Design

٤-١-٢- الخطوط العريضة لحل مشاكل التواجد تحت الأرض

تنحصـــر اســـتراتيجية معالجة مشاكل التواجد تحت الأرض في الاهتمام بالحركة وتنويع النشاط وســـعة المكـــان بالإضـــافة للتصميم الداخلي للمحطة بمعنى أن نوع النشاط داخل الفراغ يتطلب الحركة والحـــيوية فهـــذا في حد ذاته يبدد الشعور بالخوف عكس النشاط الروتيني الممل، فنرى أن رواد "المحلات مـــتعددة الأدوار" لا يشـــتكون مـــن قلة اتصالها بالبيئة الخارجية أو انغلاق المكان نظراً لديناميكية النشاط القائمين به والاحتكاك المستمر بين بعضهم البعض، سعة المكان واحتوائه على أكثر من نشاط يعطي حيوية لـــلمكان ويقلل من الإحساس بالخوف من الوجود تحت الأرض، وتقوم كفاءة التصميم الداخلي وتوزيع الإضاءة والأثاث ومواد التشطيب بمعالجة الإحساس بالملل وسيطرة الشعور بالخوف على رواد المكان.

ونعرض في الجزء التالي عرض أكثر تفصيلاً لكل المشاكل والمعالجات المعمارية المقترحة وذلك للعناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض.

٤-٢- العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

٤-٢-١-المداخل والعناصر المرئية فوق سطح الأرض المتعلقة بالمداخل

يقـــوم المدخل بدور هام سواء في المباني فوق سطح الأرض أو المباني تحت سطح الأرض حيث يعطـــي للمستخدم الإحساس بالوصول ويمثل للشخص الداخل النقلة المكانية والنفسية بين البيئة الخارجية والداخلـــية، حيـــث يكون النقل من العالم الخارجي الى داخل المبنى عن طريق تغيير في الإضاءة - تغيير في الصوت - تغيير في الاتجاه - تغيير في الأسطح والمناسيب - تغيير في الإحساس بالانغلاق عن طريق استخدام بوابات.

يفضـــل أن يكون أول ما يلمحه الشخص المقترب من المبنى المدخل حتى يبدأ في الحركة تجاهه مباشرة دون أن يهدر مجهوده في البحث عنه. ويهتم المصمم بالمدخل لما له من أهمية خاصة في تصميم المبنى فهـــو العنصر الوحيد تقريباً المرئي من المنشأ ككل، ثانياً عادة ما تكون النقلة من الخارج للداخل من أعلى الى أسفل مما يؤثر بالسلب على شعور مستخدم المبنى.

وتـــتعدد الأنمـــاط التصـــميمية لمداخل المباني تحت الأرض فمنها المداخل الأفقية والنزول مباشرة بالسلالم والدخـــول عبر فناء سفلي و مداخل تحت منشأ مفتوح ومداخل عن طريق مبنى سطحي. ونستعرض فيما يلي كل منها:

٤-٢-١-١- المداخل الأفقية

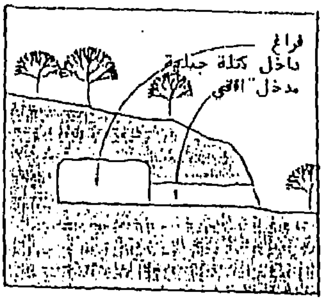
تكون المداخل الأفقية بمثابة فراغ في عمق كتلة جبلية، ويكون الانتقال الى داخل الفراغ أفقياً مما يقلل من الشعور السلبي الذي ينتاب زائر المباني تحت الأرضية

٤-٢-١-٢-النزول مباشرة بالسلالم

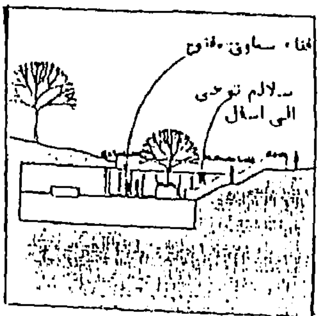
لا يكــون للمدخل كتلة واضحة فوق سطح الأرض وغالباً ما يلجأ إليه المصمم عندما يكون الموقع فوق سطح الأرض لا يحتمل أي إضافة لضيق المكان أو لأنه ذو طابع معماري خاص جداً. يحتاج هذا لنمط من المداخل أن يؤكّد بوسيلة أخرى مثل العلامات الإرشادية أو أي علامة مرئية يوضح (شكل ٤-٢) استخدام تغطية بأشكال مميزة لمحطة من المحطات تحت الأرضية لمترو بيلباو - أسبانيا والتي نرى فيها اتفاق تصــميم هذه الوحدات مع المبدأ التصميمي للمحطة نفسها فيعكس صورة المحطة تحت الأرضية فوق سطح الأرض، ويوضح (شكل٤-٣)مدخل مباشر لا يعلوه أية تغطية أو علامات إرشادية لمحطة قطارات ستراس بــرج للإعــلان عن وجود مبنى تحت الأرض في هذا المكان، وهو الحل المستخدم في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى ويوضح (شكل ٤-٤) أحد مداخل محطات الخط الثاني حيث استخدمت علامة إرشادية ترمز لوجود مترل محطة وخريطة للمنطقة المحيطة بالمحطة واسم المحطة

٤-٢-١-٣-المدخل عبر فناء سفلي

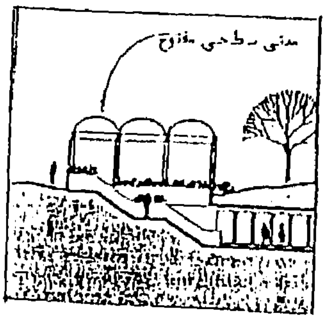
في هــذا النمط لا توجد أي مباني سطحية أعلى مداخل المبنى تحت الأرضي فتصمم المداخل من خــلال فــناء أسفل سطح الأرض ويكون الدخول عن طريق سلالم أو منحدرات مفتوحة ويساعد على تكويــن صورة خارجية للمبنى تحت الأرضي بالإضافة الى نجاح هذا تصميم في جذب الإضاءة الطبيعية الى بعــض الفراغات تحت الأرضية على أن تكون تلك الفراغات غير عميقة. ويعتبر هذا الحل التصميمي من أفضــل الحلول في التغلب على الخوف والشعور بعدم الرغبة في التقدم بل بالعكس يقوم الفناء المفتوح مع عناصر الاتصال الرأسية بجذب الرواد (شكل٤-٥).



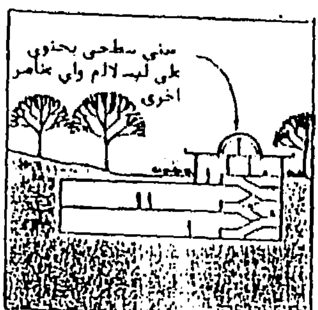
(أ)



(ب)



(جـ)



(د)

شكل (٤-١)

الأنماط التصميمية لمداخل المباني

تحت الأرض:

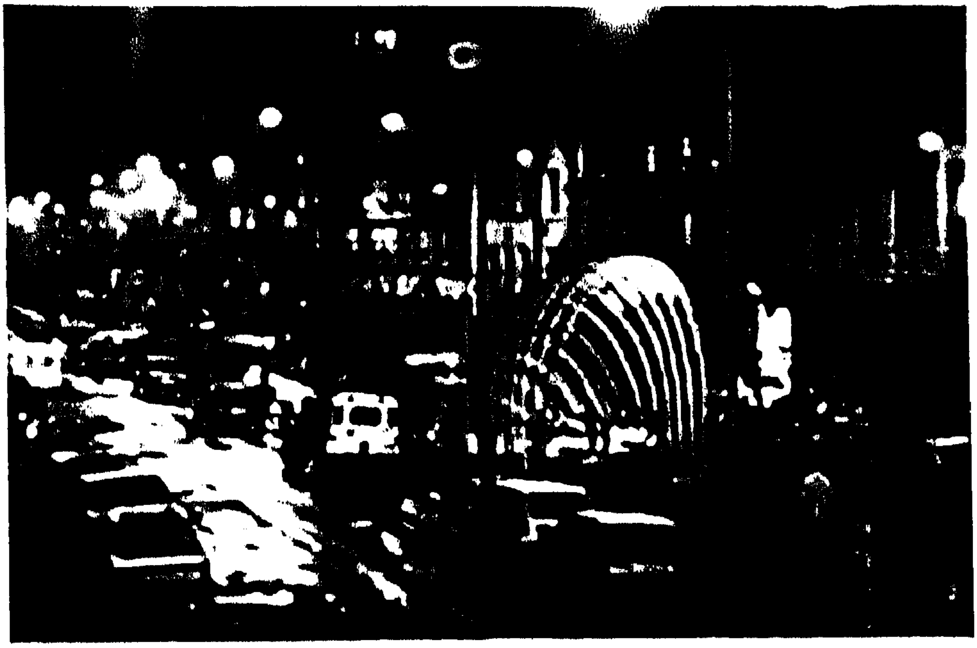
(أ) المدخل الأفقي لفراغ داخل كتلة جبلية

(ب)المدخل خلال فناء سماوي

(جـ) المدخل من خلال مبنى سطحي مفتوح

(د) مدخل من خلال مبنى سطحي كامل

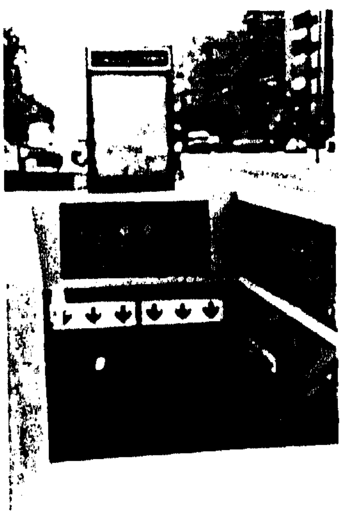
المصدر: Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Design.part 1 Overview of Subsurface Space Utilization*, VanNostrand Reinhold (1993).



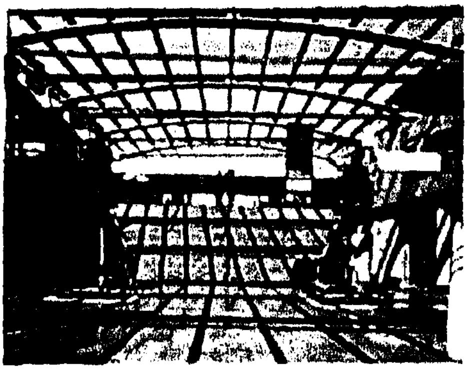
شكل (٤-٢) مدخل مباشر فى منطقة ذات كثافة بنائية عالية يعلوه تغطية مميزة محطة تحت ارضية- مترو بلباو- اسبانيا



شكل (٤-٣) مدخل مباشر لا يعلوه اى تغطية
محطة قطارات - ستراسبورج



شكل (٤-٤) مدخل مباشر لا يعلوه اى تغطية
محطة مسرة - الخط الثانى-
مترو انفاق القاهرة الكبرى



شكل (٤-٥)
مدخل عن طريق فناء سماوى مغطى
يحتوى على سلالم ومحلات تجارية
محطة قطارات - ستراسبورج



(أ)

شكل (٤-٦)
مدخل محطة باريللى-مترو ليون
باريس- فرنسا

(أ) لقطة توضح منشا خفيف
يحتوى على سلالم الدخول
الى المحطة



(ب)

(ب) لقطة من داخل فراغ المدخل
توضح سلالم الدخول من مستوى
الطريق الى ارصفة انتظار القطارات
ومدى شفافية منشا المدخل الذى
يحقق التواصل بين خارج المبنى
وداخله والفراغ تحت الارضى

٤-٢-١-٤- مدخل تحت منشأ مفتوح

في هـــذا النمط تكون السلالم والمصاعد داخل منشأ مفتوح يمثل حماية جزئية من العوامل الجوية ويلعـــب دور هام في تعريف وتمييز المدخل عن بعد وفي نفس الوقت يحقق بنجاح الربط بين البيئة الخارجية والبيـــئة تحـــت الأرضية، ويوضح (شكل ٤-٦) مدخل محطة باريللي - مترو ليون من خلال منشأ خفيف يحـــتوي على سلالم الدخول. يساعد هذا التصميم على جذب الإضاءة الطبيعية من أعلى (البيئة السطحية) الى داخل فراغ المحطة تحت الأرضية، وأيضاً يوضح شكل (٤-٧) محطة بلاك - مترو روتردام وشكل(٤-٨) محطـــة ســـاريكو واحدة من المحطات الهامة في خط (مترو بيلباو) اللذان يحققان بعض التكامل بين البيئة الخارجية والفراغ الداخلي.

٤-٢-١-٥- مدخل عن طريق مبنى سطحي

يتكامل المدخل مع باقي فراغات مبنى سطحي يحوي عناصر الاتصال الرأسية المؤدية الى الفراغات تحـــت الأرضـــية بالإضـــافة الى بعض أو معظم خدمات المبنى (تهوية - طلمبات - مصاعد .....الخ) ويشـــكل المبنى الحماية من العوامل الجوية. على الرغم من أن هذا النمط يتميز بوضوح المدخل على سطح الأرض الا أنه قد لا يعطي صورة حقيقية للمبنى تحت الأرض.

٤-٢-٢-صالة التذاكر - التخطيط العام[1]

تعتـــبر صالة التذاكر أول فراغ رئيسي يقابل الراكب الداخل من مستوى الطريق، وفيه يتعرف الراكـــب على الاتجاه المطلوب والمعلومات المطلوبة لإتمام رحلته ثم يتوجه لشراء التذاكر المطلوبة ثم يتوجه للمنطقة التجارية المتضمنة داخل الصالة (إن وجد) لشراء ما يحتاج إليه أثناء رحلته ومنها الى رصيف انتظار القطارات. وفيما يلي نعرض العناصر المكونة لفراغ صالة التذاكر من شباك التذاكر وغرف المراقبة وممرات الحـــركة وماكينات التحكم في الدخول والخروج، ترتيبها وحجمها وأشكالها وتنظيم حركة الجمهور بين تلك العناصر.

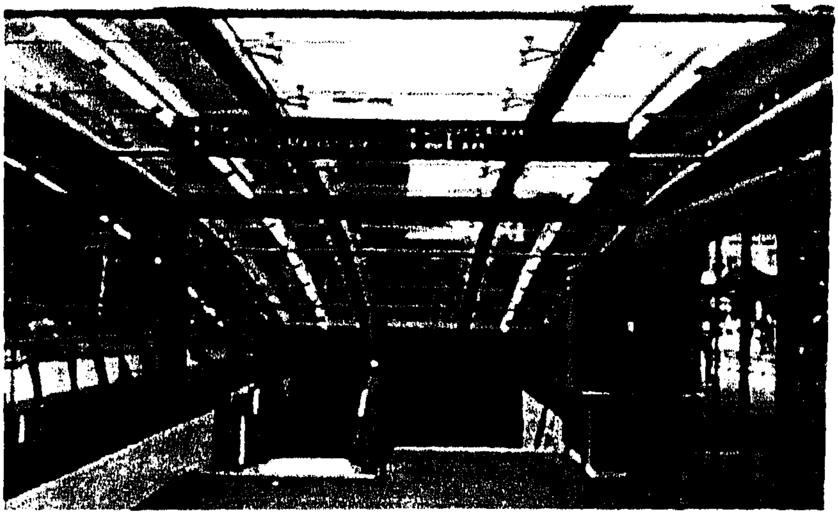
العناصر المحتواة داخل صالة التذاكر:

يتســـع فـــراغ صـــالة الـــتذاكر لمسطحات حركة جمهور المترددين ويحتوي على كل العلامات الإرشادية الخاصة بالاتجاهات وخرائط للمنطقة المحيطة ومواعيد القطارات .....الخ. كقاعدة عامة[2] يحتاج الراكـــب إلى ٢-٣ متر^2 في صالة التذاكر حيث تكون الكثافة الأعلى في المناطق التي تبطئ بها الحركة مثل المناطق حول خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج.

---

(1) Edwards, B., *Part One: Perspectives of Station Architecture* In The modern Station E & FN Spon, London U. K. Pp 85-123 (1997)

(2) Ibid, P 98 – Quoted from British Railway Report



شكل (٤-٧)
محطة بلاك- مترو روتردام
تحديد فراغ المدخل عن طريق حوائط وأسقف شفافة يساعد على جذب الاضاءة الطبيعية من البيئة الخارجية الى الفراغ الداخلى بالاضافة الى كونه اسلوب من اساليب تمييز المداخل



شكل (٤-٨)
لقطة توضح استخدام منشاء مفتوح لتمييز المدخل
محطة تحت ارضية- مترو بيلباو- أسبانيا

ومن العناصر الهامة داخل صالة التذاكر أماكن "شباك" بيع التذاكر وقد تحتوي واجهة شباك بيع التذاكر على لوحات إعلانية عن مواعيد قيام القطارات أو مسارات الخطوط (إذا كانت المحطة تخدم أكثر من خط) أو أي نوع آخر من الإرشادات بحيث يستطيع الراكب أن يحصل على معلومات سريعة أثناء شرائه للتذاكر

ثم غرفة ناظر المحطة - غرفة أمن - إسعافات أولية .....الخ وهي الفراغات التي تساعد على إدارة حركة الجمهور والعاملين بسهولة. يجب أن تكون هذه الفراغات في مكان متوسط في صالة التذاكر بحيث يحقق سهولة مراقبة العاملين في معظم أنحاء المحطة (شباك التذاكر - العاملين على ماكينات التحكم في الدخول والخروج.....الخ) فتضمن سيولة حركة الجمهور وتأمين المكان من أي أعمال تخريبية.

ثم الخط الفاصل [١] بين المنطقة العامة Free area ومنطقة انتظار القطارات التي يطلق عليها Paid area حيث يدخلها فقط حاملي التذاكر لركوب القطارات. تتعدد صور هذا الخط الفاصل حسب نظام تحصيل التعريفة: قد يكون خط وهمي حيث يعتمد تحصيل التعريفة على أن يشتري الراكب التذكرة ويدخل منطقة "Paid Area" ويخرج منها في نهاية رحلته بما يتفق مع ثمن التذكرة ويخضع هذا النظام على التفتيش المفاجئ وتغريم الراكب المخالف أو المتهرب بغرامة كبيرة، أو قد يكون الخط مكون من ماكينات للتحكم في الدخول عن طريق تمرير التذكرة الممغنطة عند الدخول فقط دون التأكد منها عند الخروج في نهاية الرحلة، أو قد يكون خط فاصل مكون من ماكينات للتحكم في الدخول والتأكد من سلامة التذكرة أثناء الخروج في نهاية الرحلة وهذا النظام يضمن متابعة حركة الركاب وتحديث بيانات أعداد الركاب وعدد الرحلات اليومية . . . الخ، وهذا النظام الأكثر شيوعاً وهو المستخدم في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى وهذا يتطلب توقيع هذا الخط الفاصل في صالة التذاكر وعلى علاقة بأرصفة وصول القطارات بحيث يضمن سهولة التداول وسيولة حركة الركاب دون التكدس أثناء المرور خلال الماكينات وهذا يتوقف على مكان الماكينات بالنسبة للأرصفة.

تـوزع الماكينات (أعداد وأماكن وجود ماكينات الدخول أو الخروج بالنسبة لبعضهما البعض) [٢] بحيث يضمن سهولة وانسيابية الحركة وعدم تقاطع مسارات الداخلين مع الخارجين. يصل الركاب الداخلين الى المحطة الى "الخط الفاصل" متفرقين على فترات موزعة على المدة الزمنية بين القطارين المتتابعين (زمن التقاطر) بينما يصل الركاب الخارجين متجمعين مع وصول كل قطار ويستغرقون من الوقت للوصول الى ماكينات الخروج بما يعادل مسافة سيرهم من باب القطار الى خط الماكينات لذا يجب أن يكون مكان خط

---

(١) المرجع السابق صفحات ١١٦ و ١١٧

(2) Ministry of Transportation. *M Plans.* In <u>Greater Cairo Urban Metro –General Description of the Project</u> (1977) & *Updating of Studies Contract 21 M First Report. Final Issue.* Transport Planning – Civil Work <u>Greater Cairo Metro Urban Line 2</u> (1989).

ماكيـــنات الخـــروج بالنسبة للرصيف متناسب مع عدد الماكينات ومعدل مرور الركاب من خلالها.
شـــكل (٤-٩)[١] يوضـــح حالتين مختلفتين من علاقة خط الماكينات بالرصيف: الحالة الأولى وهي المـــتحققة بمحطـــات الخـــط الأول-مشروع شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث يتوسط خط الماكينات الأرصفة فيكون مسافة سير الركاب من أبواب القطار الى الماكينات شبه متساوية وهذا يعني وصـــولهم جميعاً في لحظات متقاربة مما يتطلب زيادة عدد الماكينات للتغلب على مشكلة التكدس أمام الماكيـــنات. الحالـــة الثانية وهي المتحققة في محطات الخط الثاني وهي وجود خط الماكينات بعيد عن الرصيف (في منسوب آخر) وهذا يعني اختلاف مسافات سير الركاب من باب القطار الى السلم الذي يـــنقل من منسوب الرصيف الى منسوب صالة التذاكر فيصل الركاب الى خط الماكينات في تتابع مما يضمن عدم التكدس أمام الماكينات.

يعـــتمد عدد الماكينات على عدد الركاب المنتظر دخولهم وخروجهم من المحطة عند وصول كل قطار ومعدلات مرور الركاب من خلال الماكينات.

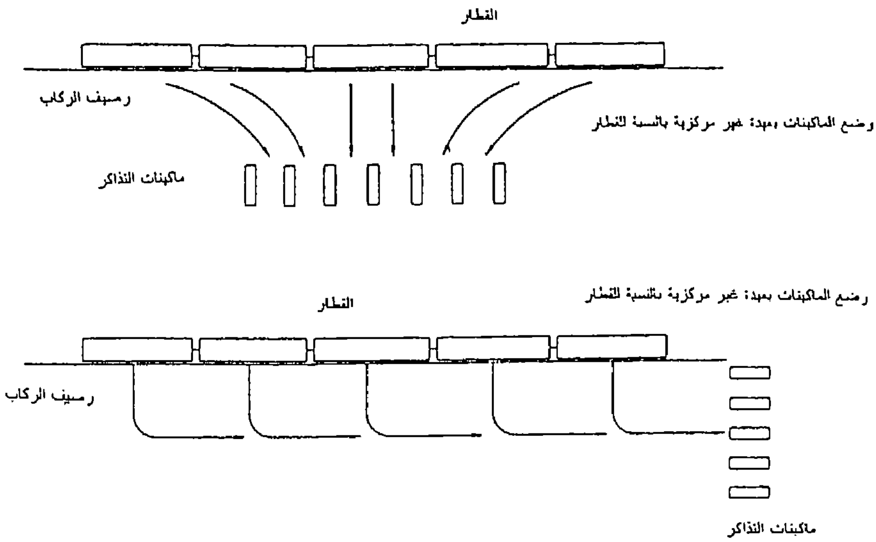
أمـــا عـــن المناطق تجارية أو كافيتريات لخدمة أغراض الركاب أثناء قيامهم برحلاتهم فيتجه فكر المخططـــين على المستوى العالمي الى ربط مشاريع النقل تحت الأرض بمجمعات تجارية تحت أرضية أو تضـــمينها داخـــل مشاريع النقل نفسها حيث تدر عائد مادي سنوي نظير تأجير المسطحات تحت الأرضـــية لأغـــراض تجاريـــة ويستخدم هذا العائد فيما بعد في صيانة وتجديد محطات نقل الركاب بالإضافة الى الاستفادة من وجود الطرف الثاني (المستأجر) في عملية حفظ أمن وأمان المحطات، وهذا يقلـــل مـــن أعـــباء المالك والجهاز القائم على تشغيل وصيانة المشروع. كما هو الحال في كثير من المشروعات:

كان دخل تأجير المناطق التجارية في محطة "London's Euston" [٢] يزيد عن مليون جنيه "إسترليني" في الأسبوع وهذا ما يعتبر دخل أكثر ربحية من عملية تشغيل خطوط السكك الحديدية نفسها . وفي كـــثير مـــن المدن الكندية[٣] (منتريال - تورونتو)وبالتحديد داخل قلب المدينة تم إنشاء مراكز تجارية ضـــخمة متكاملة مع محطات سكك حديدية تحت أرضية وكذلك في اليابان (أوساكا) بالإضافة الى عشـــرين مدينة ممتدة من الشمال "سابورو" الى الجنوب "هوكايدو" ، كما في باريس - فرنسا مجمع "لـــيزال Les Halles" مما يؤكد الاتجاه العالمي في ربط الأنشطة التجارية بمشاريع نقل الركاب تحت الأرض لما له من جدوى مادية لا يستهان بها في ميزانيات المشاريع تحت الأرضية.

(١) أبو المجد محمد محمود ، *محددات التصميم المعمارى وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق-حالة دراسية* ١٩٩٧

(2) Edwards B, *Perspective on Station Architecture* In The modern Station. New Approaches to Railway Architecture, E&FN Spon. London UK. P.116 - 1997

(3) Carmody J. *Part 2 Design for people* in Underground Facilities. In Underground Space Design , pp. 80-83



شكل (٤-٩) يوضح حالتين مختلفتين من علاقة خط الماكينات برصيف انتظار القطارات واستغلال مسافة السير لتقليل التكدس أثناء وصول القطار

المصدر: أبو المجد، محمد محمود (١٩٩٧)، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق – حالة دراسية. خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة – الجيزة)

٤-٢-٣- أرصفة انتظار القطارات

هو المكان الذي يلتقي فيه الراكب مع القطار فى حالة المغادرة أو هو أول ما يراه الراكب من داخل القطار فيتعرف على المحطة التي يريد أن يصل إليها فيتحقق الهدف الرئيسي للمحطة في حد ذاتها. طول وعرض الرصيف هما المحددان الرئيسيان لتشكيل فراغ الأرصفة فيتحدد طول الرصيف بطول القطار المستخدم في المشروع كما يعتمد تحديد عرض الرصيف على حجم المحطة وأعداد الركاب المترددين أثناء وصول أو مغادرة القطارات (عدد الركاب/قطار).

٤-٣- المعالجات المعمارية المفضلة لمعالجة فراغات المحطات تحت الأرضية

وبالمقارنة مع المباني التقليدية فوق سطح الأرض تحتاج المباني تحت الأرض الى مداخل تصميمية مختلفة ليخلق فيها المصمم مكان يتغلب فيه رواده على مشكلة فقد الاتجاهات Disorientation وعدم الاتصال بالعالم الخارجي.

وتتلخص المشكلة في فقد الإحساس بالاتجاه نتيجة عدم قدرة الشخص داخل الفراغ تحت الأرضي أن يلم بكل أبعاد الفراغ وعدم وجود أية فتحات أو نوافذ تربط هذا الفراغ بالبيئة الخارجية الذي يؤدي بدوره الى الشعور بالمحدودية وعدم التفاعل مع البيئة الخارجية مثل المناخ المحيط أو الاستدلال عن الوقت عن طريق التغير في مقدار سطوع الشمس وشدة الاستضاءة الطبيعية على مدار ساعات اليوم الواحد..الخ.

٤-٣-١- تصميم الفراغ تحت الأرضي بحيث يحتوي على فناء مفتوح الى السماء(١)

استخدام الفناء السماوي داخل الفراغ تحت الأرضي يساعد على تخلل ضوء الشمس داخل الفراغ فيخلق مشاهد متجددة وعلاقة مع البيئة السطحية ويساعد على التوجيه وهذا بالأخص إذا كان الفناء جزء من الفراغات التي يرتادها الجمهور أثناء حركته داخل الفراغ شكل (٤-١٠).

٤-٣-٢- استخدام النوافذ الداخلية(٢)

استخدام النوافذ الداخلية لخلق مناظر على مدى أبعد من حدود الفراغ وذلك عن طريق استخدام الفناء المفتوح لتطل عليه النوافذ للفراغات المختلفة أو طرقات الحركة للتغلب على الملل والإحساس بالانغلاق والانعزال.

---

(1) Carmody, J. *Part 2 Design for People in Underground Facilities*. In Underground Space Design, Pp 206-20

(٢) المرجع السابق صفحات ٢١٥ و٢١٦

وقد أجريت دراسة لترتيب أفضلية المناظر التي يفضل المستخدم أن يطل عليها خلال النوافذ، وخلصت الى تميـــيز العناصر الآتية بالأفضلية حيث تفضل المشاهد الذاخرة بالتفاصيل ثم مشاهد السماء أو الأفق أو الأرض ثم مشاهد طبيعية أكثر منها عمرانية ثم مشاهد متحركة أكثر من المشاهد الثابتة
يســـتطيع المصمم أن يخلق أي من تلك المشاهد المفضلة داخل إطار فناء سماوي حسب إمكانية الموقع والمشروع ليتغلب على مشكلة قلة النوافذ في الفراغات تحت الأرضية كما هو موضح في شكل (٤-١١).

٤-٣-٣- تصميم مناطق داخل الفراغ الرئيسي ذات شخصية مميزة[١]

يمكن تصميم مناطق داخل الفراغ الرئيسي ذات شخصية مميزة عن طريق وضع بعض العناصر المعمارية ذات التفاصيل الدقيقة. مما يساعد على رسم الخريطة الذهنية والتوجيه داخل الفراغات تحت الأرضـــية. كيفما تم تصميم محطة بروباتريا - مترو فترويلا حيث تم تمييز فراغ متوسط مثمن الشكل تحـــتوي عـــلى سلالم تؤدي الى رصيف انتظار القطارات مع تصميم فتحات في سقف صالة التذاكر لاستدراج الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة.

٤-٣-٤- تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يتمتع بشيء من التعقيد[٢]

مـــن المفضل أن يقسم الفراغ الكبير إلى فراغات صغيرة شبه مفصولة عن الفراغ الكبير وتطل عليه وهـــذا التكوين فى تشكيل الفراغ مرغوب فيه فهو يستفز فضول رواد المكان لفهم التكوين الفراغي ورســـم صـــورة ذهنية بعد بذل شئ من المجهود وهذا يعطى انطباع بإتساع المكان ويقتل الإحساس السلبي الذي قد يستولي على رواد الفراغات تحت الأرضية.

٤-٣-٥- تصميم بيئة دافئة زاهية ورحبة [٣]

الألـــوان من العناصر المؤثرة فى جاذبية التصميم الداخلي فهي تساعد على خلق فراغ دافئ ورحب.

٤-٣-٦- استخدام الخط والشكل النمطي أو الزخرفي والملمس فى تصميم العناصر الداخلية[٤].

استخدام هذه العناصر يزيد من إتساع الفراغ فالأشكال النمطية واختلاف الملمس يؤدى الى زيادة التفاصيل فى الفراغ وعليه يزداد حب استطلاع مستخدم الفراغ ليكتشف كل التفاصيل وهذا يعنى أن المستخدم يترجم الفراغ الى خريطة ذهنية فى وقت طويل بعكس التصميم الداخلي المفتقر الى التفاصيل بحيـــث يســـهل بـــنظرة عابرة ترجمته الى خريطة دهنية ويؤثر حجم العنصر المتكرر (المقياس) على الإحساس بأبعاد الفراغ، كما هو موضح في شكل (٤-١٢) الذي يوضح فيه الأعمال الجدارية على أرصفة مترو

---

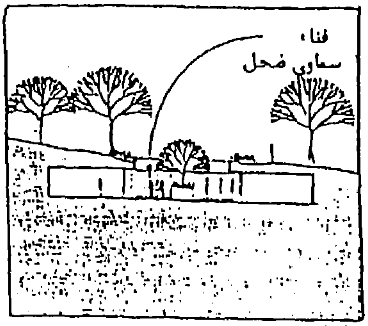
(١) المرجع السابق صفحات ٢١٣ و ٢١٤
(٢) المرجع السابق صفحات ٢١٩ و ٢٢٠
(٣) المرجع السابق صفحات ٢٣١-٢٣٣
(٤) المرجع السابق صفحات ٢٣٤و ٢٣٥

شكل (٤-١٠)

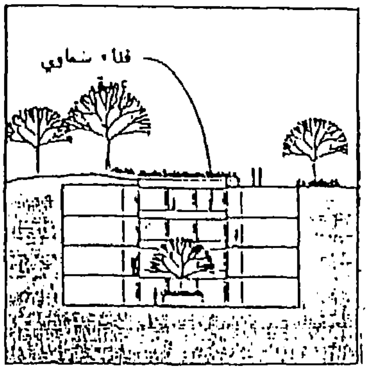
تصميم الفراغ تحت الأرض بحيث يحتوي على فناء سماوي

(أ) فناء سماوي لمبنى قريب من سطح الأرض

(ب)فناء سماوي لمبنى عميق



(أ)



(ب)

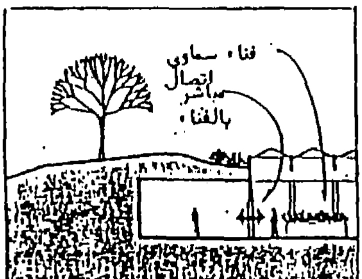
شكل (٤-١١)

استخدام النوافذ الداخلية في الفراغات تحت الأرض

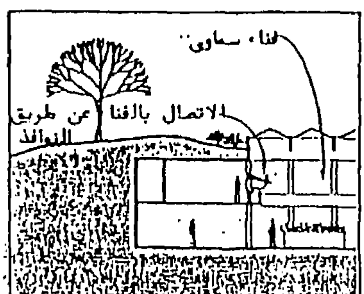
(أ) نافذة تتصل مباشرة بالفناء السماوي

(ب)نافذة تتصل عن طريق غير مباشر بالفناء السماوى

المصدر: Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Design.part 1 Overview of Subsurface Space Utilization*, VanNostrand Reinhold (1993).



(أ)



(ب)

لشبونا – البرتغال ذات مقياس صغير وكثير التفاصيل مع استخدام اللون الأزرق مما أثر على الإحساس بوسع المكان

مشـــروع "خطوط سكك حديدية" تحت الأرض له طبيعة خاصة من حيث أن الراكب لا تنحصـــر علاقته بالمشروع في محطة واحدة فقط ولكن تكون علاقته بالخط كاملاً فهو يدخل محطة ما ليـــبدأ رحلته ويمر بباقي محطات الخط وهو داخل القطار وينتهي بمحطة الوصول. لذا يكون استخدام العناصـــر والأشـــكال النمطية والزخرفية والملمس ثم الألوان لها ثقل في تمييز المكان في عقول الركاب وسرعة تعرف الراكب على المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار. مع الحفاظ على وحدة الخط ككل (محطات الخط).

وأيضاً يندرج تحت هذه الجزئية اللوحات الإعلانية بجميع أشكالها (بوستر – ألواح مضيئة – ألـــواح إلكترونـــية) التي قد تضفي على الفراغ البهجة والحيوية عن طريق تصميمها مستخدمة ألوان زاهية ومتضمنة المشاهد واللقطات التي توحي بالحركة وخاصة الإعلانات المعلقة على حوائط الممرات التي تربط العناصر الأساسية المكونة للمحطة كما في شكل (٤-١٦).

٤-٣-٧- استخدام تماثيل وأشكال نحتية [١]

استخدام الأشكال النحتية في الفراغات المغلقة (المعزولة) مثل الفراغات تحت الأرضية يغني البيئة الفراغية من عدة جوانب فالقطعة النحتية تشكل بؤرة تجذب الأنظار نتيجة تباينها مع ما يحيط بها في اللـــون أو الملمس بالإضافة إلى تكاملها مع وظيفة المكان أي أنها قد تكون في موقع متوسط لفراغ كبير تتمثل في تمثال أو قطعة نحتية رمزية أو نافورة مياه تشتمل على قطعة نحتية تعطي الإحساس بصالة تجمـــع أو فراغ توزيع، وقد تكون أشكال نحتية متفرقة داخل تجاويف موزعة بطول الحوائط الجانبية للممرات أو العناصر الفراغية ذات الاستطالة الواضحة فتعطى إحساس بتغيير المشاهد وتبدد الملل أثناء الحـــركة في هذه الفراغات، ويندرج تحت هذا التصنيف أيضاً عناصر الخضرة الطبيعية كالأشجار التي تعطى الإحساس بالحيوية أثناء حركتها مع تيارات الهواء إن وجدت .

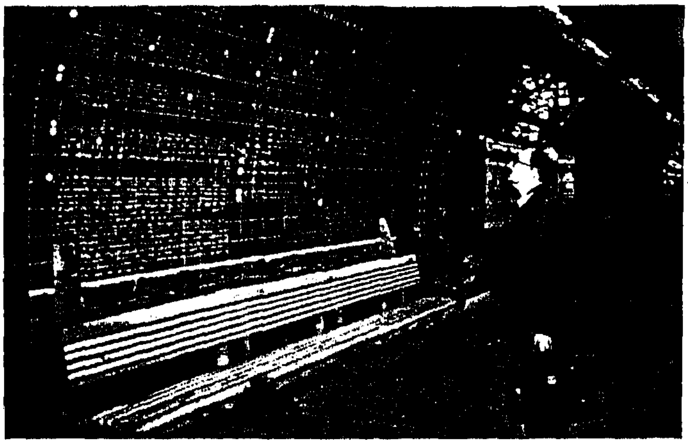
ومن الممكن استخدام الإضاءة غير المباشرة لخلق الخداع البصري من هذا العنصر النحتي الموجود داخل الحنايا والتجاويف الحائطية فيكون له تأثير نافذة تطل على الخارج.

٤-٣-٨- استخدام اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية [٢]

هـــذا العنصر أيضاً يضيف الحيوية للفراغ تحت الأرضي ويعطى اتساع والشعور بأن الفراغ مفتوح إلى حدود ابعد من حدود الحوائط المحيطة وهذا يعتمد على محتوى المنظر (المناظر الطبيعية تؤدى هـــذا الدور بنجاح) ، وأيضاً تعتمد على حجم التفاصيل الموجودة باللوحة فكلما صغرت التفاصيل كلما أعطت الإيحاء برحابة المكان وبعد الحائط عن المشاهد (شكل ٤-١٣).

---

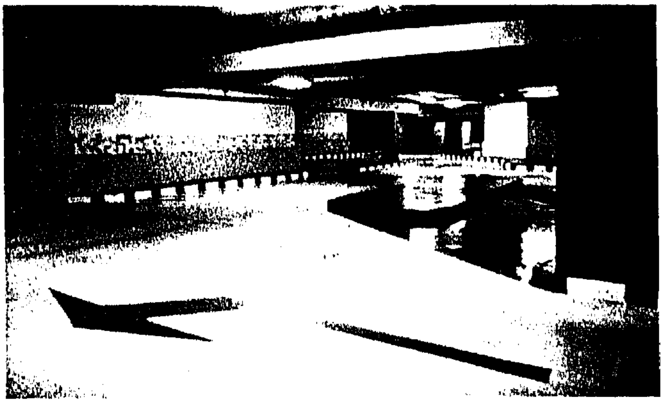
(١) المرجع السابق صفحات ٢٤٠ و٢٤١
(٢) المرجع السابق صفحات ٢٤٨-٢٥٠



شكل (٤-١٢)
الاعمال الجدارية لارصفة محطة من محطات مترو لجبونا- البرتغال عبارة عن سرد تاريخي لقصة الشعب البرتغالي- تشد انتباه الراكب فيتوقف لفترة انتظاره للقطار حتي يقرا و يتعرف على محتويات العمل الفنى

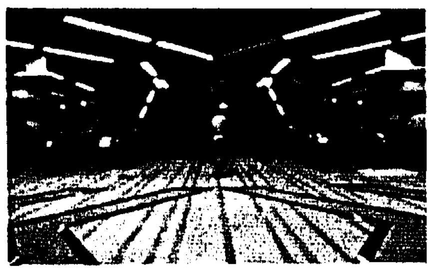


شكل (٤-١٣)
لقطة توضح الاعمال الجدارية بطول ارصفة محطة تحت ارضية - مترو لجبونا- البرتغال التى ساعدت على الشعور باتساع الفراغ عن طريق دقة تفاصيلها



شكل (٤-١٤)

لقطة توضح استخدام العلامات الارضية لعناصر مساعدة لنظام العلامات الارشادية (محطة ترام ستراسبورج تحت الارضية)



(أ)



(ب)

شكل (٤-١٥)

لقطتان أ- ب يوضحان استخدام العلامات الارضية فى توجيه حركة الركاب فى محطات مترو انفاق القاهرة الكبرى

الخط الثانى- المحطات تحت الارضية - المظلات الى البحوث

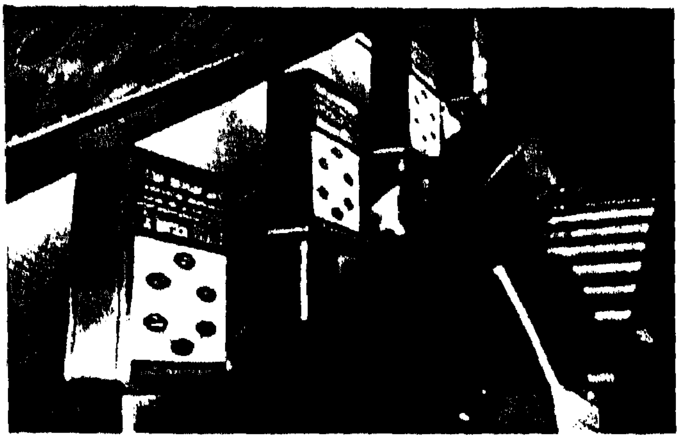
شكل (٤-١٦)

لقطة توضح استخدام اللوحات الاعلانية المضيئة فى مواضع مختلفة فى المحطات تحت الارضية

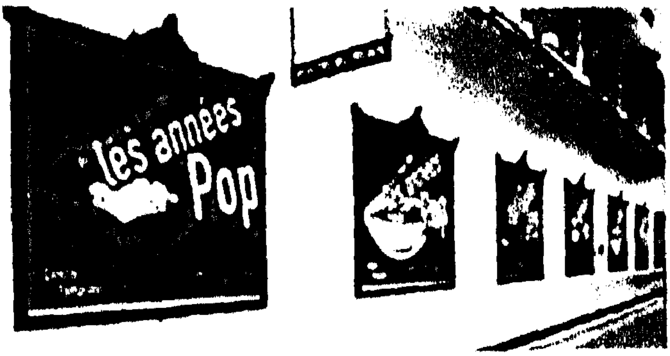
(أ) فى منطقة السلالم المتحركة

(ب) فى الممرات

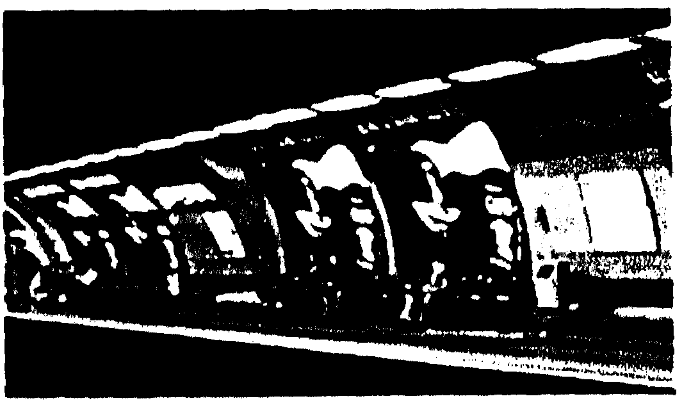
(جـ) على ارصفة انتظار القطارات



(أ)



(ب)



(جـ)

٤-٣-٩- نظام واضح ومدروس للعلامات الإرشادية والخرائط [٢]

نظراً للمشكلة التي تواجه رواد المباني تحت الأرضية أي صعوبة تصور التتابع الفراغي ورسم خـــريطة ذهنية للفراغات تحت الأرضية وصعوبة إيجاد الطريق Way Finding وفقدان الاتجاهات Disorientation لذا يجب أن يخضع تصميم اللوحات الإرشادية والخرائط لكل القواعد التصميمية التي تضمن نجاح دورها فيجب أن:

- تكون منظورة بوضوح تام من اتجاه الحركة المتعلق بها.
- تكـــون واضحة ومقروءة عن بعد وخاصة فى الأماكن التي يجب أن يأخذ فيها المستخدم قراره المطلوب، كما يجب أن يكون المعنى واضح وغير قابل للبس أو سوء الفهم.
- يكون مكان اللوحات فى أماكن واضحة ومتوقعة.
- تكون المعلومة واضحة ولا تحتوى على أكثر من ثلاث أو أربع نقاط.
- تميز اللوحات التى تشير إلى مكان واللوحات التى تشير إلى اتجاه.
- تستخدم اللوحات تعبيرات شائعة ومتعارف عليها ومن الأفضل أن تحتوى على إشارات أو رموز دولية.

أما بالنسبة للخرائط فيجب بالإضافة الى ما سبق أن:

- تكون موضوعة فى اتجاه الأشخاص الباحثين عن المعلومة فلا يحتاجون إلى بذل الكثير من المجهود العقلى للتخيل والتوجيه الصحيح.
- تكون بسيطة وغير مفعمة بالمعلومات حتى لا تتحول إلى عنصر تضليل.
- تستخدم فى الشرح والتوجيه لبعض العناصر المميزة للفراغ والتى تساعد على رسم خريطة ذهنية لدى مستخدم الفراغ وبهذا تسهل علىمستخدم الفراغ إيجاد طريقه سريعاً لربطه بين الخريطة الفعلية والخريطة الذهنية لديه. بالإضافة إلى العلامات والخرائط الصريحة يمكن استخدام عناصر مساعدة مثل علامات على الأرضية أو توجيه عن طريق الإضاءة والعناصر الإنشائية (شكل ٤-١٤& ٤-١٥).

٤-٣-١٠- توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يماثلها فى تصميم فراغ يبعث على الراحة النفسية[١]

عـــلى الرغم من أن الإضاءة الطبيعية لا يعتمد عليها فى أماكن العمل نظراً لتغيير شدة الاستضاءة من وقـــت لآخـــر على مدار النهار إلا أنه وجد ميل شديد لدى مستخدمي الفراغات المغلقة لاستخدم الإضـــاءة الطبيعـــية أثناء عملهم لأنها تضفي شئ من الراحة النفسية وتساعد على التفاعل مع البيئة الخارجـــية وتعطى إحساس بدفء المكان ، لذا فقد سعى مصمم الفراغات تحت الأرضية إلى جذب الإضـــاءة الطبيعـــية لداخل الفراغ بعدة طرق منها الفناء السماوي كما سبق تناوله وذلك للفراغات القريبة من سطح الأرض أو عن طريق

---

(١) المرجع السابق صفحات ٢٥٤ - ٢٥٦

(٢) المرجع السابق صفحات ٢٦١ - ٢٨٤

استخدام تقنية العدسات والمرايا لجذب الطيف المرئي من ضوء الشمس إلى داخل الفراغ ، وقد يلجأ المصمم إلى استخدام الإضاءة الصناعية التي تحاكى الإضاءة الطبيعية مستخدماً وحدات إضاءة لها نفس الطيف المرئي أو استخدام وحدات إضاءة علوية Sky Light تعلوها الإضاءة الصناعية.

٤-٤- أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

يجب عند تصميم المبانى تحت الأرض أن تكون آمنة من كل المخاطر والكوارث التى قد تؤثر علــى هذه المبانى سواء كانت طبيعية مثل الزلازل والفيضانات أو من صنع الإنسان مثل الانفجارات والحرائق، ويجب أن يتم السيطرة على هذه الكوارث فى حالة حدوث أي منها لا قدر الله عن طريق اكتشـــافها مـــبكراً والتعامل معها فى أقصر وقت ممكن عن طريق التصميم المدروس وكذلك تفريغ مســتخدمي المـــبنى بطريقة آمنة وفى الوقت المناسب،ونوضح فيما يلي الاحتياطات التصميمية بهدف معالجة الأزمات والكوارث قبل وأثناء حدوثها .

٤-٤-١-خصوصية المبنى المنشأ تحت الأرض في التأمين ضد الكوارث

المبنى تحت الأرضي له خصوصية فى التصميم التأميني ضد الكوارث نظراً لطبيعته الخاصة فنلاحظ أن هذه النوعية من المباني ذات مداخل خاصة ومخارج محدودة يحتاج إلى وقت أطول فى التفريغ، وبدون نوافــذ يعتمد أساساً على الإضاءة الصناعية والتي تنهار فى حالات الطوارئ فيفقد مستخدم الفراغ اتجاهاته ويصعب عليه الخروج من المبنى، وبما أنه أسفل سطح الأرض يتم تفريغ المبنى إلى أعلى وليس إلى أســفل كـــباقي المـــباني السطحية، كما أنه محكم الإغلاق (بدون نوافذ) وغير مرئي فى البيئة الســـطحية ممـــا يعطى صعوبة لرجال الإنقاذ للتغلب على الحرائق وإنقاذ مستخدمي المبنى من خلال النوافذ وفتحات الواجهات أو لتهوية المبنى وتفريغ الأدخنة السامة.

٤-٤-٢- الاحتياطات التصميمية

ومما سبق فيجب الاهتمام بتصميم المداخل وعناصر الاتصال والفراغات وعلاقاتها والعلامات الإرشادية للتغلب على مشاكل البناء تحت الأرض كما يلي:

١- التأكـــيد عـــلى وضوح التنسيق الداخلي للفراغات وأنظمة تفريغ المبنى وذلك لأن التنسيق الداخلي المعقد والممرات المؤدية إلى الخروج من المبنى المعقدة يؤدى إلى الشك وعدم تأكد مستخدمي المبنى من أنهم يسلكون الطريق الصحيح وهذا يؤدى بدوره إلى تأخر اتخاذهم للقرار في سلوك الطريق إلى الخـــارج أثـــناء الهروب ومما يؤخر عملية تفريغ المبنى ، وكذلك تعتمد عملية التفريغ على إيجاد المســـتخدم لطريقه الصحيح على عدد شاغلي المبنى ومدى خبرتهم ومعرفتهم بالفراغات وتتابعها لذا يجـــب أن يكـــون التنسيق الداخلي للفراغات سهل ومرتب واقرب ما يكون للمنطق والعرف الذي

يحكم المباني العامة فى مسارات الحركة Familiar circulation pattern وإذا كان هناك ضرورة لاســتخدام مســارات فرعــية يجب أن توضح علاقاتها جيداً لمستخدمي المبنى عن طريق العلامات الإرشادية والإضاءة والخرائط ...... الخ

فى حالة الطوارئ وعندما يطلق الإنذار يبدأ شاغلي المبنى الحركة خلال الفراغات المتتابعة للوصول إلى المكان الآمن سواء كان إلى خارج المبنى أو إلى مكان آخر مصمم كمأمن ضد الأخطار.

٢- تصميم السلالم وعناصر الاتصال الرأسي

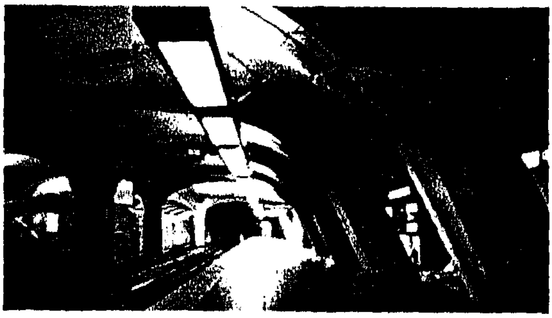
الاهــتمام بتصميم عناصر الاتصال الرأسي (في هذه النوعية من المباني ذات فراغات محكمة الإغلاق) ذات ضــغط هواء موجب حتى يمنع تسرب الأدخنة بداخله ويكون اتجاه مستخدمي المبنى أثناء تفريغ المباني تحت الأرضية (دائماً) إلى أعلى وهذا يعنى أن عملية الهروب تكون مرهقة اكثر منها في المباني الســطحية حيــث أنه يتعب الشخص العادي بعد دقيقة واحدة من الصعود أي بعد صعود من ٤-٦ طوابق وأن سرعة الصعود اقل من سرعة الهبوط ويكون من المفضل تصميم السلالم بحيث تحتوى على فــراغ داخلي (فانوس) بحيث يسمح باتصال مستخدميه أثناء التفريغ أعلى وأسفل السلم لمعرفة إذا كــان هناك شخص يحتاج للمعونة ، كما يمكن استخدام السلالم المتحركة فى عملية التفريغ وذلك فى حالــة بعدها عن مصدر الحريق ، ولكن يمتنع استخدام المصاعد لأن طاقتها فى تفريغ المبنى قليلة جداً بالإضافة أن فراغ المصعد قد يكون وسيلة لنقل الأدخنة أو اللهب فى حالة الحريق من فراغ إلى آخر.

٣- الاهــتمام بــتجزئة وفصل الفراغات عن طريق تقسيم الفراغات وتأمينها ضد انتشار الحرائق أو الانفجارات ينتقل مستخدمي الفراغ الذي تعرض لأي مشكلة لفراغ آخر آمن.

٤- الاهــتمام باســتخدام العلامات الإرشادية والتحذيرية الواضحة فيجب تفهم سلوك الأدخنة فى تجمعهــا وانتشــارها حتى يتم توزيع اللوحات الإرشادية فى أنسب مكان فعلى سبيل المثال الأدخنة تتجمع بالقرب من السقف (تتجه إلى أعلى) فيجب أن توضع اللوحات التى تدل على الاتجاهات فى منسوب اقل بعض الشيء على الحوائط لتصبح قابلة للقراءة أثناء انتشار الأدخنة وتثبت فى الأرضيات (أشكال ٤-١٦& ٤-١٧).

٤-٥- الخلاصة

مما سبق يمكن تحديد أجزاء محطات الركاب تحت الأرض الى العناصر الأساسية كما هو موضح في شكل (٤-١٨) وهي المداخل والممرات المؤدية الى صالة التذاكر، وصالة التذاكر التي تحتوي على عــدة فراغات يزاول فيها أنشطة متعددة مثل فراغات عامة (فراغات التجمع - الفراغات المخصصة للنشــاط الــتجاري والترفيهي)، وفراغات مخصصة لخدمة راكبي القطارات (مكاتب بيع التذاكر - الاســتعلامات - مناطق الاطلاع على الخرائط - مراقبة وأمن - مكتب ناظر المحطة) وأرصفة انتظار القطارات وهي مخصصة لانتظار القطارات وعناصر الحركة الأفقية (الممرات التي تربط العناصر ببعضها) والرأسية (السلالم والمصاعد)، وأخيراً الفراغات الخدمية والتي تخصص للمعدات والماكينات المختصة بالتشــغيل والإشــارات وتوفير الطاقة الكهربائية ....الخ. وفيما يلي يسرد البحث الأسس التصميمية لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض

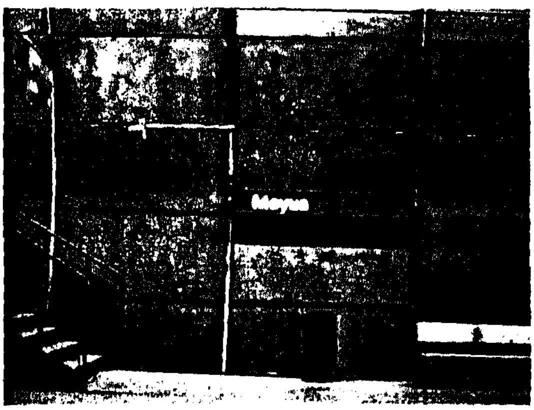


(أ)



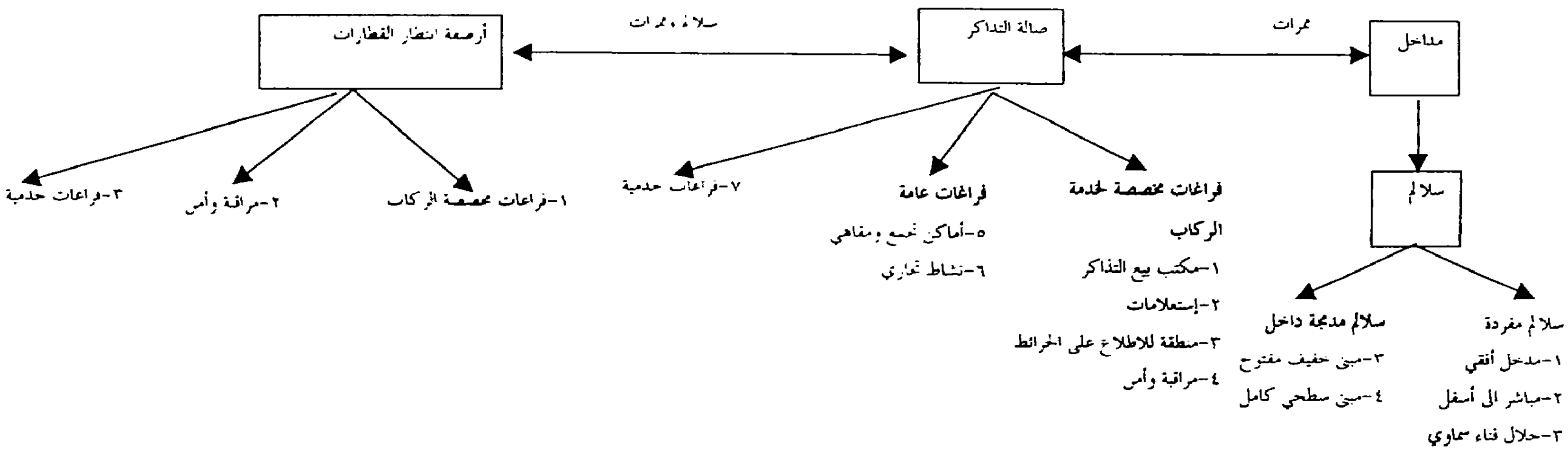
(ب)

شكل (٤-١٧)
لقطتان أ- ب توضحان استخدام الاضاءة الصناعية فى تحديد الفراغ وتوجيه حركة الركاب
(محطة باريللى- مترو ليون)



شكل (٤-١٨)
لقطة توضح استخدام العلامات الارشادية المضيئة لتامين حركة الركاب اثناء حالات الطوارئ.

شكل (٤ – ١٩) يوضح علاقة وتسلسل الفراغات المعمارية المكونة لمحطة نقل ركاب تحت أرضية



٤-٥-١-أسس التصميم المعماري للعناصر الأساسية المكونة للمحطة

- **المداخـــل:** يجب أن تكون المداخل واضحة ومميزة عن طريق تجهيزها بعلامة مميزة للمشروع تشير الى وجـــود مّدخـــل المحطـــة - استغلال ظروف الموقع في خلق تصميم متكامل يحتوي كواحد من عناصره سلالم المدخل المؤدية الى داخل المحطة وذلك عن طريق فناء مفتوح أو مبنى سطحي أو مبنى كامل

- **صـــالة التذاكر:** يصمم فراغ صالة التذاكر بهدف خلق فراغ يؤكد على اتصال الخارج بالداخل وذلك عن طريق:

- تصـــميم فـــناء مفتوح ويفضل أن ينسق بمشاهد تبعث الحيوية داخل الفراغ مثل مشاهد السماء أو مشاهد طبيعية متحركة مثل أشجار ونباتات تتحرك بفعل حركة الهواء أو عناصر ماء متحرك مثل النوافير والشلالات
- استخدام النوافذ مفتوحة على مثل هذا الفناء المفتوح
- خلـــق مـــناطق ذات شخصية مميزة عن طريق تمييز التشكيل الفراغي أو استخدام عناصر معمارية ذات تفاصيل دقيقة أو تمييز العناصر الإنشائية أو عناصر الإضاءة لتلك المنطقة
- تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يتمتع بشيء من التركيب عن طريق خلق فراغات صغيرة شبه مفصولة عن فراغ رئيسي كبير وتطل عليه.
- استخدام الألوان الزاهية التي توحي بسعة الفراغ وانعكاسات الإضاءة
- استخدام الخطوط والأشكال الزخرفية وتنويع استخدام الفراغ
- استخدام التماثيل والأشكال النحتية سواء كانت منفصلة أو متكاملة مع العناصر الإنشائية أو العناصر المعمارية المختلفة
- استخدام الإضاءة الطبيعية أو محاكاتها في تصميم الفراغ

يمكـــن الاستعانة بالاستراتيجية التصميمية السابقة عند تصميم الفراغ المعماري تحت الأرض وذلك في إطار نظام واضح ومدروس للعلامات الإرشادية والخرائط بالإضافة الى الأسس التي تضمن أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

- **أرصفة انتظار القطارات:** ينتظر الركاب القطارات في هذا الفراغ لعدة دقائق لذا يمكن الاستعانة بالأسس التصميمية السابقة ومنها:

- معالجات معمارية تتمتع بالتركيب وكثرة ودقة التفاصيل فيستغرق الراكب وقت أطول لاكتشافها والتعرف عليها

- استخدام عناصر فنية مثل اللوحات الجدارية والأشكال النحتية
- استخدام شاشات تلفزيونية أو إذاعات داخلية لبث برامج ترفيهية للراكب المنتظر
- اســتخدام الخرائط واللوحات الإرشادية الخاصة بالمشروع ككل ليتمكن الراكب المنــتظر مــن التعرف على باقي المعلومات المتعلقة بباقي المشروع (خط أو شبكة خطوط سكك حديدية).

ويســتعرض في الــباب الثالث المشاريع العالمية لمترو الأنفاق بغرض وصفها وتحليلها واستنباط المعايير والأسس التصميمية من الواقع العملي ثم مقارنة النتائج بالتحليل الفراغي بمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

الباب الثالث

إستنباط بعض المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

وفيه يتم استعراض وتحليل بعض المشاريع العالمية والمشروع المحلي

الفصل الخامس: مشاريع عالمية لخطوط سكك حديدية تحت الأرض

ويعرض فيه التصميم المعماري لسبع من المشاريع العالمية (محطات تحت أرضية) مع تحليل فراغي للمساحات المكونة لخمس محطات منها

الفصل السادس: دراسة حالة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

ويعرض فيه التجربة المحلية لحل مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى والتحليل المعماري للمحطات تحت الأرضية للخط الأول والخط الثاني بالإضافة الى مقارنة هذه التجربة مع نتائج تحليل المشاريع العالمية

الفصل الخامس

مشاريع أجنبية لخطوط السكك الحديدية تحت الأرضية

- مشروع مترو كراكاس – فنزويلا
- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبون – استراليا
- مشروع كوبرى ومحطة ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات الأمريكية المتحدة
- مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية
- محطة روتردام بلاك – هولندا
- مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك - أسبانيا
- محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي - ليون - باريس – فرنسا

الباب الثالث

الفصل الخامس

٥- مشاريع أجنبية لخطوط السكك الحديدية تحت الأرضية

٥-١-مقدمة:

في هذا الفصل يتم استعراض بعض المشاريع الأجنبية للسكك الحديدية تحت الأرضية كأمثلة متنوعة ومتفرقة من أوروبا – أستراليا – أمريكا الجنوبية – الولايات المتحدة الأمريكية وذلك للتعرف على التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية وظروف الإنشاء والمحددات التي وصلت بالتصميم الى شكله النهائي ويعرض هذا الفصل المشاريع الآتية.

١- مشـــروع شبكة خطوط مترو كراكاس – فنزويلا كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة دولة نامية

٢- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن – أستراليا كمثال لمشروع تم إضافته على مدينة كثيفة غير مصممة حضريا لاستقبال المشروع

٣- مشـــروع كوبـــري ومحطـــة مـــترو أنفـــاق ألامـــيدا – كاليفورنـــيا – الولايات المتحدة الأمريكية كمثال لمحطة تم إقامتها بالتنسيق مع منطقة ومشاريع محيطة بها

٤- محطـــة تـــرام ستراســـبورج كمثال لمحطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ونهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت الأرض

٥-محطة روتردام بلاك – هولندا كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية (ترام تحت الأرض)

٦- مشـــروع مترو أنفاق بيلباو – باسك – أسبانيا كمثال لمشروع يؤثر ويثري فيه الفكرة التصميمية للهيكل الإنشائي التصميم المعماري

٧- مـــترو أنفاق فينيسيو – بارللي – باريس – فرنسا كمثال لمحطة تحت أرضية تم تخطيطها وتصميمها لتتكامل مع مبنى سطحي فوقها

٥-٢- مشروع مترو كراكاس- فنزويلا

يعرض هذا المشروع كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة لدولة نامية تشترك في كثير من الظروف مع مصر

٥-٢-١- طبيعة المدينة ومعالمها التخطيطية والمعمارية[1]

تم تخطيط المدينة طولسياً عبر وادي طبيعي -وتقسم المدينة الى أحياء شعبية في الغرب، ووحدات سكنية كبيرة في منطقة بروباتريا - ومنطقة نباتية شاسعة ومنطقة مفتوحة Del Este Park كرئة خضراء في المدينة ومطار للملاحة الداخلية "فوق مناطق صناعية" ومناطق جبلية وهى عبارة عن سلسلة الجبال الممتدة الى الجنوب والمنتظر ان تخطط عمرانيا حسب المخطط المستقبلي

أثر إكتشاف البترول سنة ١٩٧٣م على تشكيل المدينة حيث تضاعف الدخل الأساسي للدولة الى خمس أضعاف وهذا ظهر واضحا على شكل المدينة فى صورة أنشطة واضحة للقطاع الخاص فى حدود المحيط المركزى. وقد تغير التركيب العمراني لمناطق كاملة في فترة الثورة الإنتاجية وهذا بالإضافة الى تأميم الصناعة البترولية والصناعة الحديدية الذي ساهم فى تحويل الدولة من دولة مصدرة للمواد الخام الى دولة ذات نشاط صناعي كبير

٥-٢-٢-مقدمة تاريخية

بدأت الفترة الإنتقالية منذ عام ١٩٣٦ م وتسمى بفترة النمو العمراني والتطور الحضري حيث بدأت كراكاس فى التوسع الديناميكي ووصلت المساحة النامية لكراكاس عام ١٩٥٠ م الى ٤٥٨٦ هكتار اى ثمان أضعاف المساحة عام ١٩٣٦ م. أصبحت كراكاس ذات قوة جذب عالية للسكان من كل أنحاء الدولة وأيضا من خارج الدولة. وهذا أدى الى تواجد أنماط مختلفة من المساكن والعمران. فى بداية السبعينات شهدت كراكاس إنشاء المنطقة المركزية (شرق شارع بوليفار)، وعلى الرغم من هذا التطور الغير متوقع الا ان تلك المنطقة قد أصبحت مركز واضح للأنشطة والكثافة البنائية العالية حيث يوجد بها مبانى يصل ارتفاعها الى ٤٩ طابق من المكاتب بالإضافة الى المبانى السكنية و المراكز التجارية والمسارح. أما بالنسبة لحلول مشاكل النقل الناتجة عن التوسع العمراني ففي عام ١٩٤٧ م عرضت بعض الاقتراحات وكان البديل الأقرب الى أذهان المخططين هو إقامة مشروع نقل عام سريع"مونوريل".

---

(1) Reportage de Jean – Pierre cousin. In Architecture d'Aujourd'hui No. 247 October 1986, Pp.69-.91

فى الفـترة مـن ١٩٦٥م -١٩٦٧ م تم إجراء بحث موسع للمشكلة القائمة وتم التوصل الى انه من الضـروري إقامة نظام نقل مشترك لجميع وسائل المواصلات وعليه تم طرح المشروع النهائي للدراسة التفصـيلية عام ١٩٦٨ م. وفي عام ١٩٧٥ م بدأت عمليات التنفيذ وتم تشغيل المشروع (شبكة مترو كراكاس) على مراحل وأول مرحلة هى الجزء الأول من الخط الأول عام ١٩٨٣ م.

٥-٢-٣-الوصف العام للمشروع

يمكـن تلخيص أسباب مشاكل النقل في كراكاس في سببين رئيسيين أولهما قلة مسطحات الشـوارع والطرق مقارنة بالكثافة السكانية والأنشطة القائمة، وثانيهما قلة وسائل المواصلات العامة المـتاحة وهـذا ينعكس على ظاهرة زيادة نسبة تملك السيارات الخاصة وإعتماد القاعدة العريضة من السكان على النقل الخاص. وكان بالتالي الهدف الرئيسي لإقامة المشروع هو خلق نظام جماعى مؤثر له كفاءة عالية يؤدى خدمة نقل سريعة ومريحة للمناطق ذات الكثافة العالية و قد تم تصميم النظام ليخدم ٣-٤ ملـيون شخص اى ٣٠٠-٤٠٠ الف راكب فى ساعة الذروة. ويتكون المشروع من شبكة من ثلاثـة خطوط بطول ٥٦ كم تنقل عام ٢٠٠٠ م ٢,٤٦١ مليون راكب اى ٧٦٠ مليون راكب فى السنة ١٣,٦ مليون راكب فى السنة لكل كيلومتر، والسعة التصميمية ٥٠٤٠٠ راكب فى الساعة بما فـيها سـاعة الـذروة. وزمن التقاطر ٩٠ ثانية، والسرعة التصميمية للقطارات تقدر بـ٣٥-٤٠ كم/ساعة

الخط الأول- خط بروباتريا-بالوفردى

يخدم الخط الأول الذي يبلغ طوله ٢١ كم ويتكون من ٢٢ محطة ٧٠٠ ألف ساكن و٣٥٠ ألف عامل ويوفر فرصة الاتصال السهل بين التجمعات ومركز المدينة بما فيها من مستشفيات ومراكز تعليم مثل الجامعة المركزية فى فنزويلا والمناطق الترفيهية من منتزهات (مثل ساحة لوس كاوبوس) فهو يشارك بوضوح في تكامل الأنشطة التجارية و الاجتماعية للمناطق التي يمر بها. ومن المتوقع بعد تشغيل الـنظام بأكملـه أن يساهم هذا الخط بحوالي ٤٩% من ركاب الشبكة (عام ٢٠٠٠ م). يسير الخط الأول تحت أرضى الا بعض المحطات القليلة فيالنهاية الغربية

وقد تم استغلال مشروع الخط الحديدي القديم (كراكاس لاجارا) كجزء من الخط

الخط الثاني-كاريكوا – سيلانشيو

يخدم الخط الثاني الذي يبلغ طوله ٢٠ كم ويتكون من ١٧ محطة ٦٠٠ ألف راكب و١٣٠ ألف عامل يـتحركون مـن الخارج الى مركز المدينة. ويساهم هذا الخط بحوالى ٢٢% من ركاب الشبكة عام ٢٠٠٠ م.

يـــتكون الخط من ثلاثة أجزاء الأول منها بطول ٦,٤ كم مرفوع Elevated، والجزء الثانى بدءا من كـــاريكوا تحـــت الأرض جزئيا وحتى لاياجوارا. الجزء الثالث ابتداء من محطة لاباز يخرج الخط على سطح الأرض عند تقاطع شارعي اوهيجين ولاباز. يتصل الخط الثاني بالخط الأول إتصال غير مباشر عن طريق خط اوتوبيس مكوكى بينهما.

الخط الثالث -رينكونادا- لاهويادا

يخدم الخط الثالث الذي يبلغ طوله ١٢ كم ويتكون منن ٨ محطات ٥٠٠ ألف ساكن و ١٩ألف عامل بمعدل ٦٥٠ ألف راكب في اليوم ويساهم بحوالى ٢٦% من الخطة الكلية للشبكة عام ٢٠٠٠ م

يتصل الخط الأول والثالث بفرع ثانوي يخدم المدينة الجامعية وتجهيزاتها الرياضية (الإستاد الألمبي- أرض البيسبول) وقد تم إنشاء الخط بأكمله تحت ويخدم ٦٠٠ الف راكب يوميا عام ٢٠٠٠ يزيد عن ذلك في حالة الاحتفالات والمناسبات الرياضية الكبيرة.

ويساهم الفرع في نقل ما يقرب من ٣% من ركاب الشبكة الكاملة

٥-٢-٤- الأنماط التصميمية للمحطات على مسار خطوط الشبكة

تم تصميم المحطات في الشبكة من ثلاث أنماط مختلفة وهي المحطات تحت الأرضية والمحطات شبه تحت الأرضية والمحطات العلوية وفيما يلي شرح مفصل لكل نمط

٥-٢-٤-١- محطات تحت أرضية

تعتبر محطة ميجال أنطونيو مثال للمحطات تحت الأرضية تتكون المحطة من طابقين تحت الأرض. يحتوي الطابق الأول على المداخل من مستوى الطريق بحيث يتجه الراكب من الطريق الى شباك التذاكر ثم المـــرور عبر ماكينات التحكم في الدخول ثم الى السلالم التي تؤدي بدورها الى الطابق الثاني وهو عـــبارة عـــن مستوى رصيف انتظار القطارات توجد في هذا الطابق الغرف الخدمية التي تحتوي على المعدات وغرف التحكم والتكييف....الخ

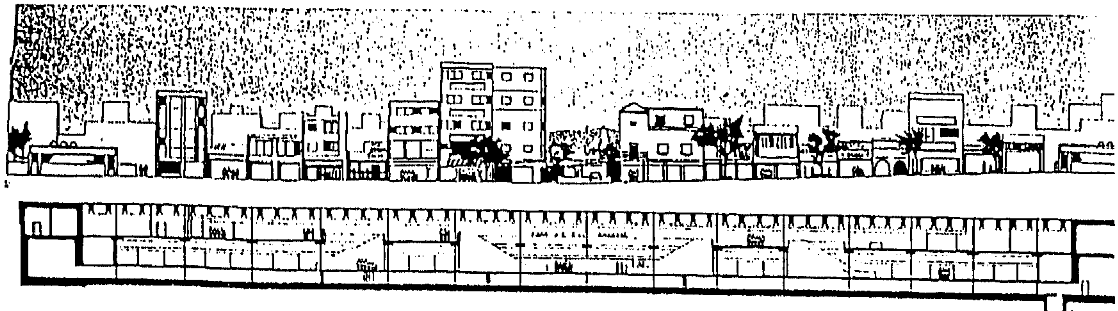
ويحـــتوي الطـــابق الثاني رصيف واحد "مركزي أو جزيرة" لانتظار القطارات بالإضافة الى السلالم المؤدية الى الدور العلوي، ومساحة انتظار الركاب، وغرف المراقبة وتعتبر هذه المحطة كما هو مبين في شـــكل (٥-١) مـــن المحطات تحت الأرضية في أبسط صورها نظراً لوضوح وقصر مسارات حركة الركاب والحرية البصرية للأماكن العامة (Public Area) التي لا تحتوي على أية عوائق بصرية.

٥-٢-٤-٢- محطة تحت أرضية ذات المدخل السطحي

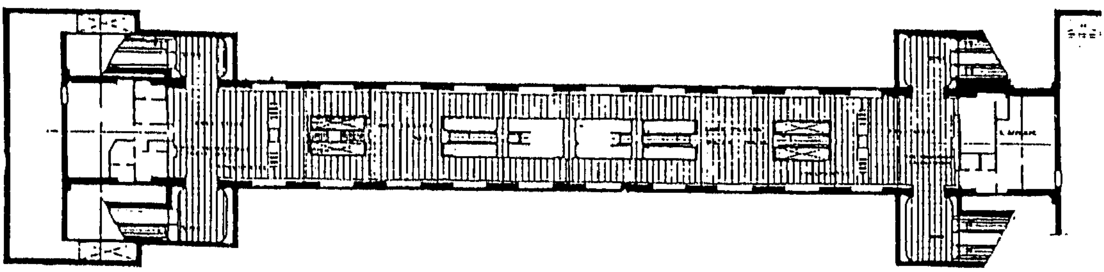
تعتـــبر محطـــة بروباتريا مثال للمحطات تحت الأرضية ذات المدخل السطحي فهي تتكون من طابقين الأول في مســـتوى الطريق ويحتوي على المداخل التي تؤدي الى صالة التذاكر التي تحتوي على مكتب بيع التذاكر وماكينات الدخول ثم الى صالة توزيع وهي عبارة عن صالة مثمنة يصل مستخدمي المحطة بواسطتها الى الطابق الأسفل الذي يحتوي على رصيف مركزي لانتظار القطارات يحتوي على غرف المراقـــبة كمـــا هو مبين في شكل (٥-٢). وقد قام المصمم بدمج البيئة السطحية مع الفراغ الداخلي للمحطة بحيث ينتج فراغ معماري حيوي حيث استخدم الإضاءة الطبيعية في إضاءة مستوى الرصيف السفلي كما في شكل (٥-٣)

٥-٢-٤-٣- محطة علوية

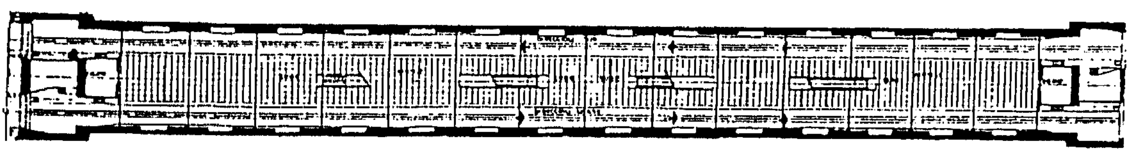
تعتبر محطة أماريللومثال للمحطات العلوية فهي تتكون من طابقين الأول منهما في مستوى الطريق وهـــو عبارة عن صالة بيع التذاكر ومنطقة ماكينات التحكم في الدخول تؤدي الى صالة توزيع يحدد الراكب فيها اتجاهه ثم ينتقل الى الطابق العلوي عبر وسائل الاتصال الرأسي (السلالم)
ويحتوي الطابق الثاني على رصيفين لانتظار القطارات، ويلاحظ أن ظروف الموقع أجبرت المصمم على رفع مستوى السكة الحديدية في هذه المنطقة نظراً لضيق الموقع في المناطق المحيطة بالمحطة – شكل (٥-٤)



(أ)



(ب)



(جـ)

شكل (٥-١) محطة ميجال أنطونيو – محطة تحت أرضية

(أ) قطاع طولي في المحطة المكونة من دورين تحت الأرض

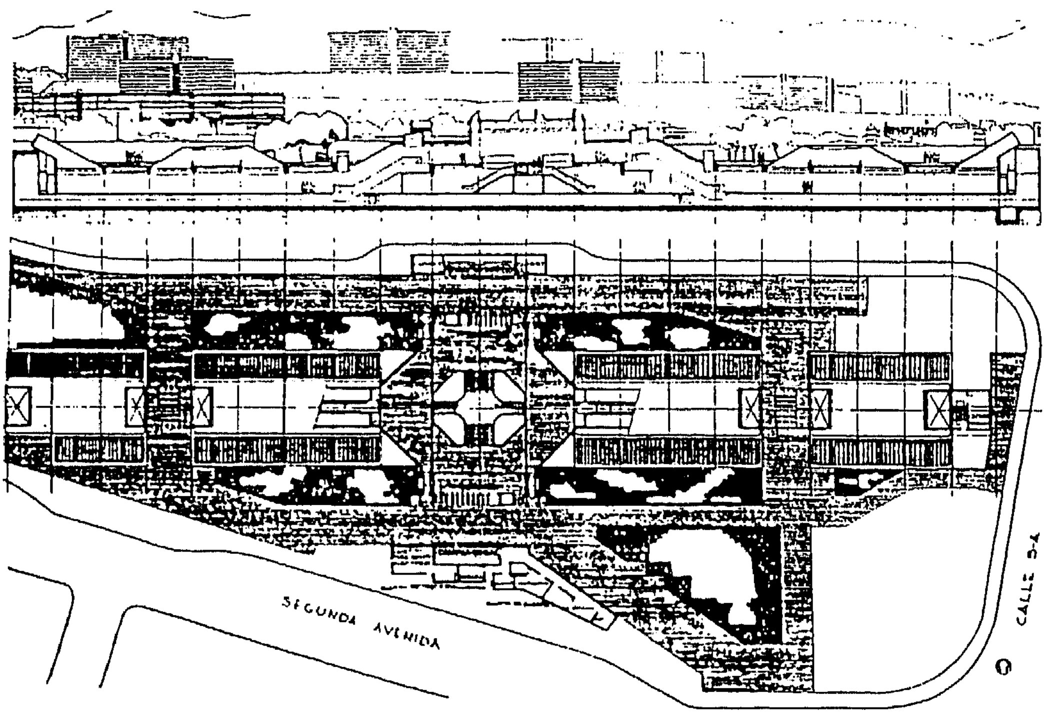
(ب) مسقط أفقي لمنسوب صالة التذاكر

(جـ) مسقط أفقي لمنسوب الرصيف يوضح علاقة الرصيف المركزي بخطوط السكك الحديدية وعناصر الاتصال الرأسي



شكل (٥-٢) يوضح قطاع مار في محطة موستراندو

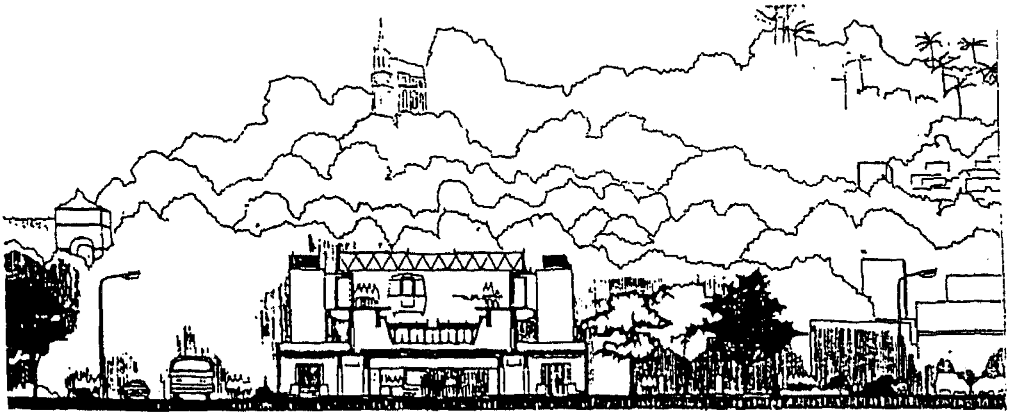
المداخل وصالة التذاكر في منسوب الطريق – الرصيف الركزي في مستوى تحت أرضي



شكل (٥-٣) يوضح محطة بروباتريا – محطة شبه تحت أرضية

(أ) قطاع طولي في المحطة يوضح مناسيب المداخل وصالة التجمع والأرصفة. أتاحت ظروف الموقع للمصمم الفرصة لأن يمزج فراغات المحطة بالبيئة المحيطة

(ب)مسقط أفقي لمنسوب الرصيف



شكل (٥-٤) يوضح قطاع في محطة أماريللو

محطة علوية تتكون من مستويين مستوى الطريق وهو مستوى صالة التوزيع ومستوى الأرصفة (مرفوعة)

٥-٣- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن – أستراليا[1]

The Melborn Uunderground Rail Loop - Melborn –MURL

يعرض هذا المشروع كمثال لمشروع مترو أنفاق تم إضافته على مدينة كثيفة غير مصممة حضرياً لاستقبال مثل هذا المشروع ويوضح شكل (٥-٥) موقع الخط بالنسبة للمنطقة المحيطة به

٥-٣-١ – المدينة

اخـــتار مخطـــط المدينة موقعها على أن تكون قرية صغيرة عام ١٨٣٤م ولكن بسبب تنوع الظـــروف الجغرافية والطبيعية والاجتماعية تنامت التطورات والمواقف التي صنعت من القرية الصغيرة مديـــنة هامة ذات منطقة مركزية يحتاج روادها الى القطارات للوصول من الأطراف الشمالية لها الى الأطراف الجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية. تحتوى على منطقة مركزية للخدمات التجارية والإدارية Central Business district وتحيطها ضواحي ممتدة ذات التجمعات السكنية المتفرقة بما فيها من مساحات فسيحة لانتظار السيارات لجذب وتشجيع النشاط التجاري.

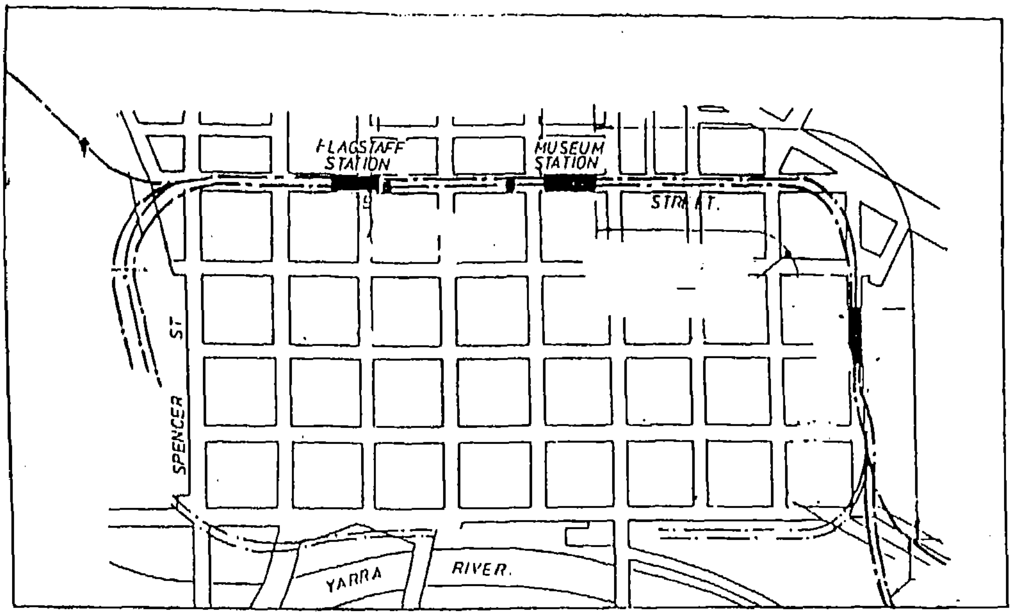
في الوقت السابق لإنشاء خط MURLكانت المحطة الرئيسية لخط السكك الحديدية هي محطة "شارع فليندرز" على الحدود الجنوبية من المنطقة المركزية والضفة الشمالية لنهر يارا. تم اكتشاف الاحتياج الى وجود خط نقل عام تحت الأرض في بداية العقد الثالث من القرن العشرين. اقترح هو بناء خط سكك حديديـــة في النواحي الشرقية والشمالية للمنطقة المركزية للأعمال Central Bussiness district ووصلهم بالخط الحديدي القائم في شمال ملبورن و ريتشموند.

٥-٣-٢- وصف عام لخط السكك الحديدية تحت الأرض

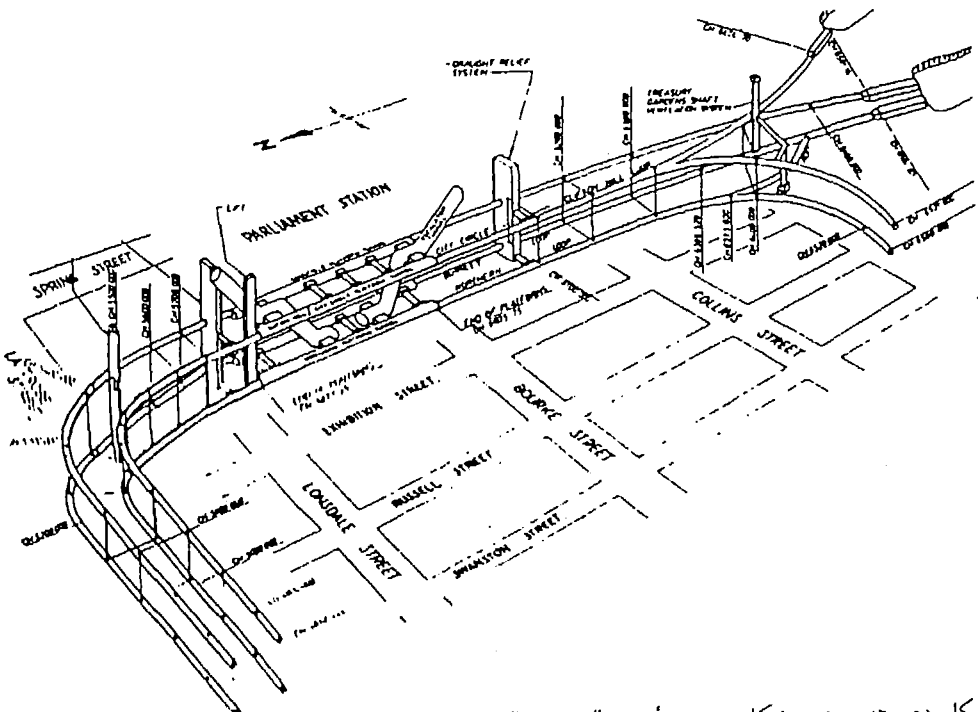
يحتوى الخط على امتداد الخط القديم المكهرب وهو عبارة عن نفق يمر تحت الشوارع الرئيسية إلا جزء صغير وهو المنحنى بين محطتي البارلمان وفلاجستاف الذي يمر تحت ممتلكات خاصة شكل (٥-٦) . وينقســـم الخط من حيث شكل النفق الى: نفق دائري بطول ١٢,١ كم ونفق صندوقي بطول ٣,١ كـــم والمـــنحدرات بطول ١,٩ كم. صمم النظام على أساس أن السرعة التصميمية القصوى للقطارات ٦٠كم/ساعة، وزمن التقاطر ٢,٥ دقيقة

---

(1) Fourth Australian Tunnelling Conference, Australian Tunnelling Association. Melborn, Australia 1981



شكل (٥-٥) يوضح الموقع العام لخط مترو أنفاق ملبورن الذي شكل مع الخط القديم



شكل (٥-٦) يوضح شكل ومسار أنفاق "قطارات" خط ملبورن

٥-٣-٣-١-الموقع

تم اختيار الموقع بدقة متناهية بحيث تم تقليل التعارض بين حركة المرور في ثلاث شوارع رئيسية وموقع العمل وقد أدى هذا الى اختيار صعب وهو هدم أحد المباني خاصة.

تخدم هذه المحطة عدة أنشطة رئيسية في مدينة ملبورن وهي: عدة مستشفيات-جامعة ملبورن- المعهد الملكي للتكنولوجيا في ملبورن- مجمع المتاحف- مراكز تجارية- بنوك مطار- خط ترام هام

تخدم المحطة هذه المنطقة عن طريق ثلاث مداخل موزعة بحيث تخدم حركة المشاة القادمين من جميع الاتجاهات.

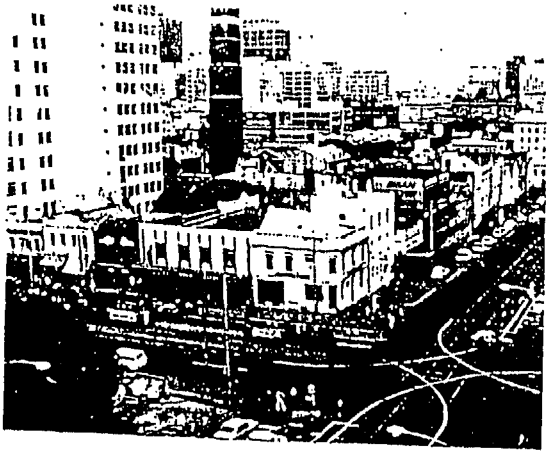
صممت المداخل بحيث تتكامل مع البيئة المحيطة، المدخل في حديقة صغيرة بشارع سوانزتون مقابلة للمتحف (في المدخل الشرقي) مما يساعد في تكوين ساحة Queen Elizabeth Plaza. من متوقع أن تخدم المحطة ٣٠ ألف راكب صباحا(ساعتان ذروة في الأيام العادية)

٥-٣-٣-٢-التصميم المعماري

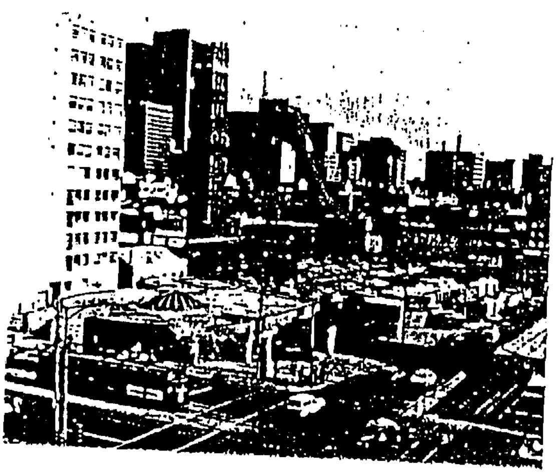
تم التصميم المعماري على عدد من الأسس منها: ملائمة الوظيفية من وجهة نظر العاملين وراحة المستخدمين من الركاب، أمان الركاب والعاملين، متانة المواد المستخدمة والبقاء لفترات طويلة من الاستخدام الشاق المتواصل

قامت الفكرة الأساسية للتصميم على بناء صالة التذاكر والتجميع فى منسوب أقرب الى سطح الأرض وعن طريق السلالم الكهربائية ينتقل الراكب من الشارع الى أي من الرصيفين المركزيين على مستويين يخدمان أربع اتجاهات منفصلة .واستمد الشكل النهائي للمحطة من أسلوب الإنشاء حيث تم بطريقة الحفر المكشوف (أشكال ٥-١١ &٥-١٢). طول المحطة هو ١٦٣,٣٥ م، وقد تم تحديد الحجم المناسب للمحطة عن طريق حصر وتوفير عدد كبير من المتطلبات والتجهيزات منها: المسطحات المطلوبة للأرصفة وصالة التذاكر والمسطحات اللازمة للانتقال (الممرات)، المسطحات المطلوبة للفنيين وإدارة وتشغيل المحطة، المسطحات المطلوبة لخدمة الركاب (إذاعة-أماكن الإعلانات- علامات إرشادية)، المسطحات المطلوبة للمعدات الكهربائية والميكانيكية و إطفاء الحريق ودورات المياه.....الخ. تنقسم الفراغات المعمارية الثلاث فراغات أساسية مكونة للمحطة هي ثلاث مداخل، صالة التذاكر والتجميع، أماكن انتظار القطارات.

تم تصميم ثلاث مداخل كبيرة للمحطة بحيث يكون المدخل الجنوبي الشرقي من شارع سوانزتون وشارع لاتروب. وهو عبارة عن مبنى مرتفع عن الأرض لكي يظهر كعنصر جذب في الموقع العام للمحطة بالإضافة الى أنه يكوّن فراغ مغلق محمي من العوامل الجوية ويتم غلقه عن طريق بوابات. وتم تصميم المدخل الجنوبي الغربي عند تقاطع شارع لاتروب مع شارع اليزالبث وأخيراً المدخل الشمالي فى شارع لاتروب فى منطقة متوسطة بين شارعي اليزابث وسوانزتون.







شكل (٥-١٠) يوضح صور فوتوغرافية تسجل مراحل تطور موقع محطة المتحف

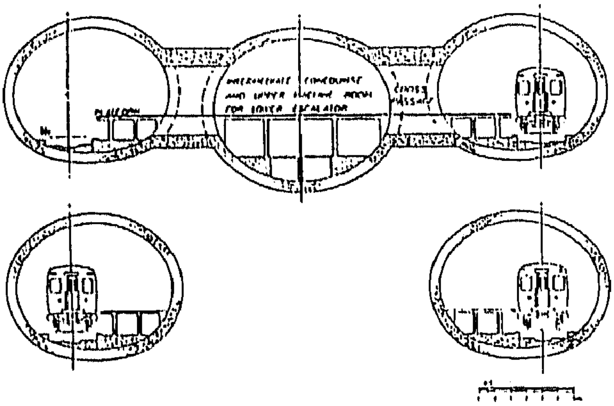
(أ) قبل انشاء المحطة-مارس ١٩٧٣

(ب) أثناء إنشاء المحطة:

حيث تم إزالة مبنى ملكية خاصة وتحويل طريق لاتروب الآلي حول الموقع -فبراير١٩٧٦

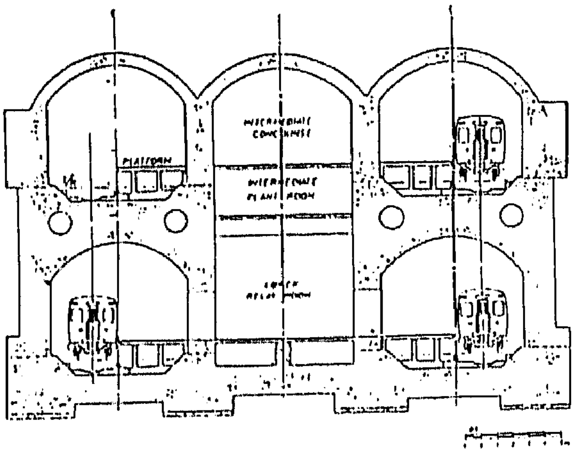
(جـ) بعد إنشاء المحطة:

. عاد وضع شارع لاتروب مع ساحة الملكة اليزابيث الى الوضع الأصلي- أغسطس١٩٨٠



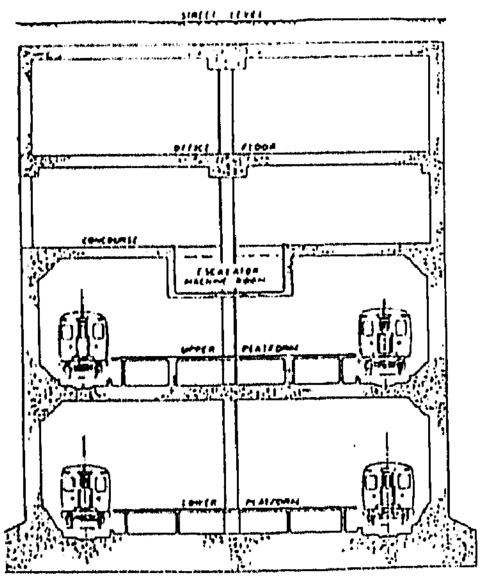
شكل (٥-٧)

قطاع في محطة البارلمان



شكل (٥-٨)

قطاع في محطة فلاجستاف



شكل (٥-٩)

قطاع في محطة المتحف

٥-٣-٢-١-الشكل العام للمحطات

تحتوى كل محطة على رصيفين مركزيين أحدهما أسفل الآخر يربط بينهما السلالم الكهربائية والعادية. تم تصميم الأرصفة على مستويين أحدهما قريب من سطح الأرض لتقليل المسافة المقطوعة من الراكب من منسوب الشارع الى الرصيف المطلوب داخل المحطة.

يتكون الخط من ثلاث محطات أولهم **محطة البارلمان** وتعتبر أعمق محطة من محطات الخط فهى بعمق ٣٧ م تحت الأرض، كما هو موضح بالشكل (٥-٧)، و**محطة المتحف**:عمقها محكوم بعمق مشروع صرف مـــياه الأمطار المار في نفس الشارع، كما في شكل (٥-٩)، و**محطة فلاجستاف** حيث أقيم منسوب الرصيف الأعلى بناءاً على التزام المصمم بالحد الأقل للغطاء فوق النفق المار به السكك الحديدية (غطاء التربة بين النفق وشارع لاتروب) شكل (٥-٨)

٥-٣-٢-٢- المعايير التصميمية للمحطات

- طـــول الرصيف وعليه طول المحطة ١٦٣،٣٥ م بحيث يستقبل قطار ٦ قطارات (عربات)طول كل منهم ٢٥،٩ م

وقـــد تم تصميم الرصيف بعرض ٣,٥ م ليكفى لاستقبال الركاب النازلين من القطار الواصل بالإضافة الى المنتظرين ويحتوي الرصيف على السلالم الكهربائية التي تنقل الركاب من صالة التذاكر بسرعة ٤٥م/ثانية لينقل ١٦٦ فرد في الدقيقة وهذا بالإضافة الى وجود سلالم ثابتة وقد تحددت عروض السلالم بحيث ينتقل عليها ٦٠ شخص لكل متر من عرض السلم لكل دقيقة

٥-٣-٣-التصميم المعماري لمحطة المتحف Museum Station

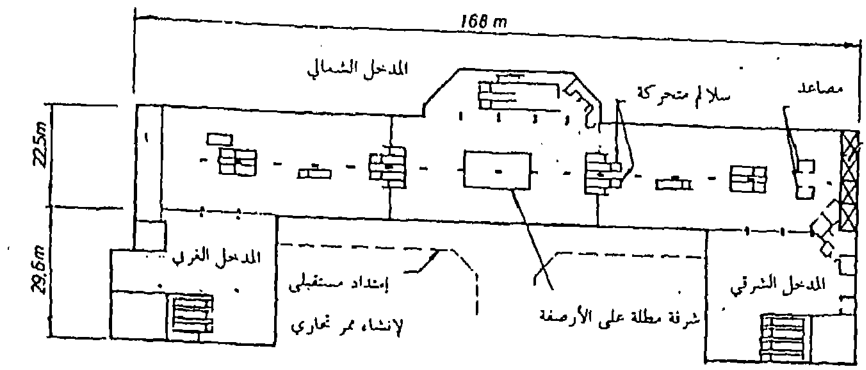
تم اختيار موقع المحطة فى منطقة ذات طابع تاريخي في جزء من شارع لاتروب حيث يوجد عدد من المباني ذات القيمة العالية وهذا أدى الى صعوبة التصرف في إزالة مباني لتخصيص المساحات للمباني الإدارية للمشروع مما أدى الى إنشاء المحطة والخدمات جنبا الى جنب مع تعديل في طرق المرور والإتجاهـــات. وكان موقع المحطة بحيث أن المسافة البينية بين محطة البرلمان ومحطة المتحف ١١٨٠ م وبين محطة المتحف ومحطة فلاجستلف ٦١٠ م.

تعتبر الخواص الجيولوجية وميكانيكا التربة فى هذه المنطقة وظروف الموقع من حيث التواجد بجوار مباني هامـــة وتواجد مشروع أنفاق الصرف الصحي المار فى شوارع الرئيسية (شارع إليزابث) من محددات اختيار موقع المحطة (شكل ٥-١٠).

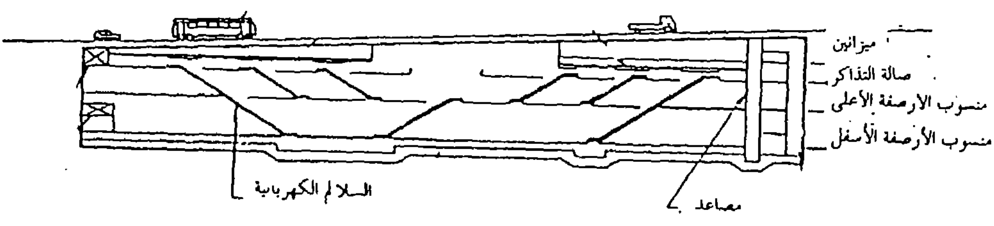
تصـــميم صـــالة الـــتذاكر وفراغات التوزيع ومدخل المحطة من أهم الفراغات التي تعكس الشخصية التصميمية والنواحي الجمالية. يبدأ الراكب الداخل المحطة الى الميزانين ثم الى صالة التذاكر ثم الى أحد الرصيفين(أيهما يرغب). يستطيع الشخص المتواجد في منسوب صالة التذاكر أن يتابع القطار. فى مســتوى الأرصـــفة الأعـــلى وعلى الميزانين عن طريق فراغ متوسط يؤدي وجود هذا الفراغ الى التواصـــل بين مستويات المحطة بحيث يستطيع الراكب ان يدرك موقعه داخل المحطة وهذا يحقق عملية التوجـــيه المكـــاني في الأماكن المغلقة. يفصل خط ماكينات التذاكر منطقة الصالة paid area عن مداخل المحطة free area وهي مقسمة الى مجموعتين الأولى تفصل المدخل الشرقي والثانية للمدخل الغربي.

تم تصـــميم مســـقط صالة التذاكر علي ان يتم تعديله مستقبلا بحيث يتم إزالة الحائط الجنوبي وخلـــق ممر تجارى بطول صالة التذاكر مربوطاً بالمدخل الشرقي والغربي. تم تجهيز كل مدخل بسلالم متحركة تنقل المشاة من منسوب الشارع الى منسوب صالة التذاكر.

تم تصـــميم أمـــاكن انتظار الركاب على هي رصيف مركزي تعمل عليه السلالم المتحركة ويحتوى كل رصيف على كابينة مراقبة مصممة بحيث تكشف مسطح الرصيف بكامله.



شكل (٥-١١) المسقط الأفقي لمنسوب صالة التذاكر والتجمع لمحطة المتحف



شكل (٥-١٢) قطاع طولي في محطة المتحف

٥-٤- مشروع كوبري ومحطة ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات الأمريكية المتحدة[1]
Alameda Bridge and Subway Station

المعماري: سانتياجو كالاترافا

يعرض هذا المشروع كمثال لمحطة تم أقامتها بالتنسيق مع المنطقة والمشاريع المحيطة بها بحيث تم تصميم محطة مترو الأنفاق مع كوبري علوي للحركة الآلية عن طريق نفس فريق العمل لكي يظهر المنشآت وكأنهما منشأ واحد متكامل - أشكال (٥-١٣، ٥-١٤)

٥-٤-١- وصف عام للمحطة

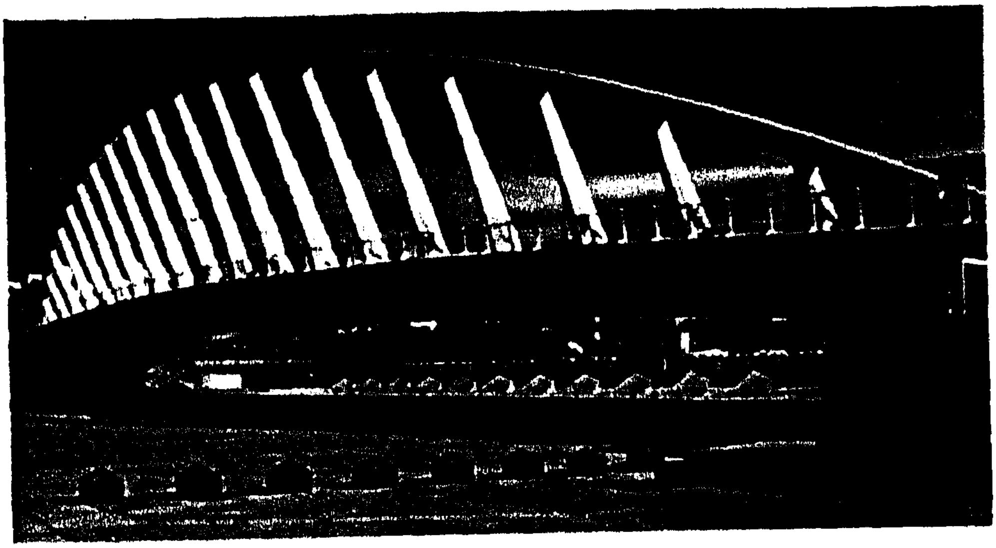
تتكون المحطة من مستويين أحدهما مستوى صالة التذاكر (الميزانين) والآخر مستوى الأرصفة حيث يتم انتقال الركاب من الشارع الى مستوى الميزانين بواسطة أربع سلالم (المداخل) حيث يحصلون على التذاكر ويعبرون خلال ماكينات التحكم في الدخول ثم الى الرصيف المطلوب شكل (٥-١٥). الأرصفة: تحتوي المحطة على ثلاث أرصفة، رصيفين جانبيين كلٍ بعرض ٤ متر ورصيف ثالث مركزي بعرض ٧،٥م. المحطة بطول ٦٣ م ، والعرض٢٦،٦ م

قام المصمم كالاترافا بتصميم الكوبري ليتكامل مع المحطة الموجودة أسفله مباشرة بحيث استغل الساحة أعلى المحطة والفراغ الناتج من ارتفاع الكوبري عن سطح الأرض في استخدامه للإضاءة الطبيعية لإضاءة المنطقة الوسطى في المحطة عن طريق فتحات علوية بين العناصر الإنشائية لسقف المحطة. ومن خلال التنسيق الداخلي للمحطة بوضع مكاتب بيع التذاكر وماكينات الدخول وعناصر الاتصال الرأسي في جانبي المحطة ومتصلين بمنسوب الأرصفة عن طريق شرفة مطلة على الأرصفة استطاع المصمم الوصول بالإضاءة الطبيعية الى الأرصفة وهذا يساعد على الشعور بالاتصال بالخارج ويقلل من حدة الوجود تحت الأرض شكل (٥-١٦) وقد ساعد المصمم قرب منسوب الأرصفة من سطح الأرض على تطوير هذا الحل الناجح في دمج المحطة داخل البيئة المحيطة حيث تستدفق البيئة الخارجية داخل المحطة صباحاً بواسطة أشعة الضوء الطبيعي وتشع المحطة ضوئها ليلاً للساحة المحيطة من خلال فتحات سقف المحطة.

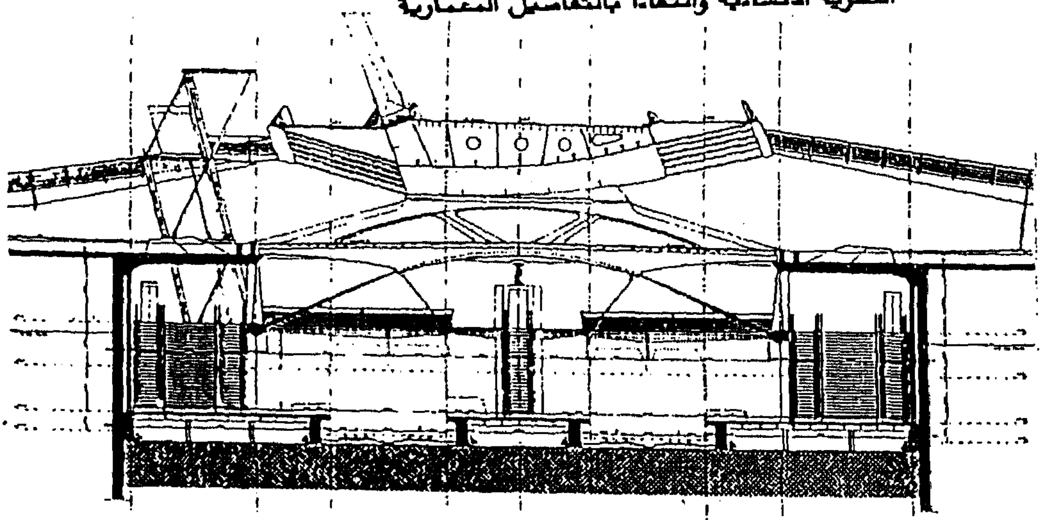
---

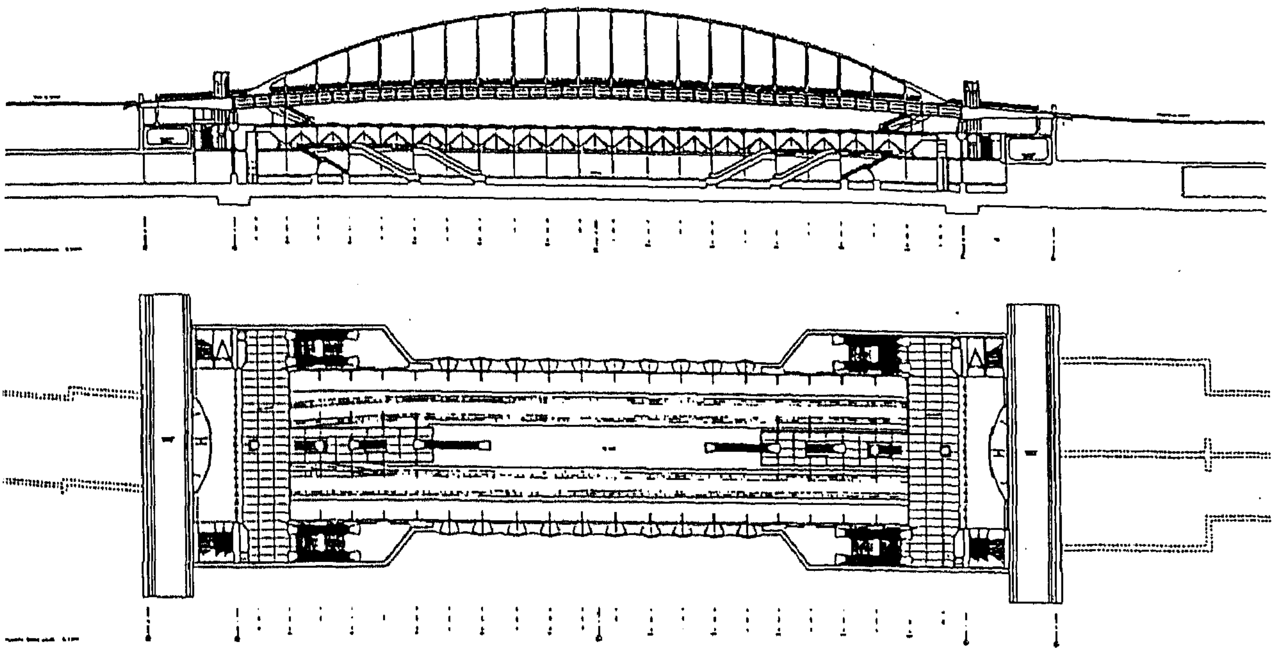
(1) Cerver, F A *Subway StreetCar and Bus Urban Transportation* In Stations and terminals.- Pp.156-163. . Arco for Haerst Books International New York USA1997

شكل (٥-١٣) يوضح الموقع العام للمشروع بحيث يتكامل مع مشرو الكوبرى العلوى مع موقع المحطة ويستفيد المصمم من الفراغ اسفل الكوبرى فى الاضاءة الطبيعية للمحطة

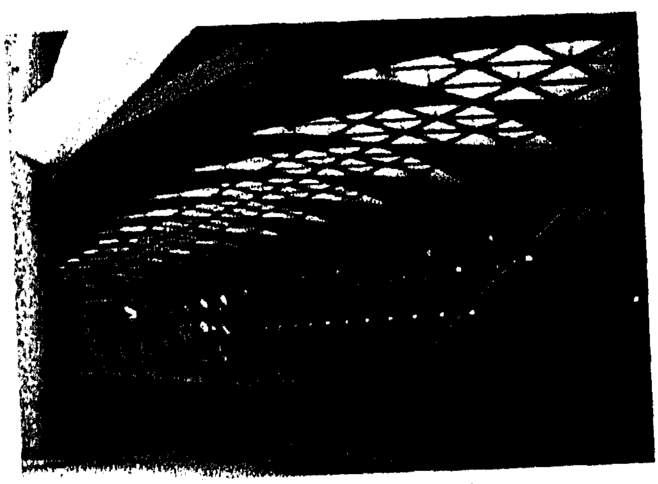


شكل (٥ - ١٤) قطاع عرضى مار بالمحطة والكوبرى العلوى بحيث يظهر التكامل بينهما بدءا من النظرية الانشائية وانتهاءا بالتفاصيل المعمارية





شكل (٥-١٥) قطاع طولى ومسقط افقى لمحطة مترو الاميدا



شكل (٥-١٦) تصل الاضاءة الطبيعية العلوية من المناور الانشائية الى منسوب الارصفة حيث تساعد على الشعور بالتوجيه المكانى والاتصال بالخارج

٥-٥ مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرض[١]

يعـرض هـذا المشروع كمثال لمحطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ونهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت أرضية.

٥-٥-١ موقع المحطة

قام المعماري جاستون فالنت بتصميم هذه المحطة بكاملها تحت الأرض في ساحة ميدان المحطة (Place de La Gare) أمـام مبنى تاريخي لمحطة قطارات. تجمع المحطة بين نهاية خطوط أوتوبيس مركزية وخطـوط سـكك حديديـة والتاكسي بالإضافة الى جراج لخدمة الركاب الذين يرغبون في ترك السـيارات واسـتخدام خطوط النقل العام، وتظهر المحطة في موقعها السطحي عن طريق فناء شبه مفتوح مغطى بسقف من الزجاج والحديد.

٥-٥-٢- التصميم المعماري للمحطة

تـنقل المداخل الراكب مباشرة من مستوى الطريق (الساحة المفتوحة) مباشرة عن طريق سـلالم ثابتة ومتحركة الى الفناء المفتوح. تتكون المحطة من أربعة مستويات تحت الأرض. المستوى الأول تحت الأرض عبارة عن ميزانين مطل على الفناء المفتوح ويحتوي على جزء من النشاط التجاري بالإضـافة الى السـلالم الثابتة والمتحركة التي تنقل الراكب من مستوى الشارع الى الميزانين أو من الميزانين الى المستوى الأسفل . يرتبط هذا الجزء التجاري بجزء آخر مخصص لموقف أوتوبيس وانتظار سيارات.

المسـتوى الثاني تحت الأرض (مستوى الفناء المفتوح) عبارة عن فراغ مفتوح يحتوي على بعـض الشجيرات الطبيعية التي تضفي الحيوية على المكان بالإضافة الى المساحة المخصصة للمحلات التجارية والمساحات المخصصة لعناصر الاتصال الرأسي التي تنقل بدورها الى المستوى الأسفل.

المستوى الثالث تحت الأرض عبارة عن مستوى انتقالي على هيئة شرفة ينتقل إليها الراكب حيث يحدد اتجاهه ليصل الى رصيف انتظار القطار المطلوب.

المسـتوى الرابع تحت الأرض وهو مستوى أرصفة انتظار القطارات ويحتوي على رصيفين جانبيين كل بعرض من ٢,٥ الى ٦ متر وبطول ٦٠ متر.

---

(1) Ibid - Pp 136-145

فـــتكون رحلـــة الراكب داخل المحطة من أيا من وسائل المواصلات العامة كالأوتوبيس أو التاكسي أو بالسيارات الخاصة أو حتى سيراً على الأقدام فيبدأ رحلته من مستوى الميزانين (التجاري) ثم الى مســـتوى الفناء المفتوح (التجاري) ثم الى الشرفة ليحدد اتجاهه (الى أي رصيف يذهب) ثم الى رصيف انتظار القطارات المطلوب، يوضح شكل (٥-١٨) المساقط الأفقية للمحطة بالترتيب.

٥-٦ محطة روتردام بلاك - هولندا [١]

يعـــرض هـــذا المشروع كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية : ترام ومترو تحت أرضي في وسط المدينة.

٥-٦-١- موقع المحطة

صمم المعماري هاري ريندرز المحطة في ميدان فسيح مفتوح . يحتوي الموقع على مدخلين ضـــخمين لـــلمحطة بالإضافة الى محطة ترام شبه سطحية مغطاة بسقف معدني خفيف يحتل مساحة واسعة ما بين مدخلي المحطة

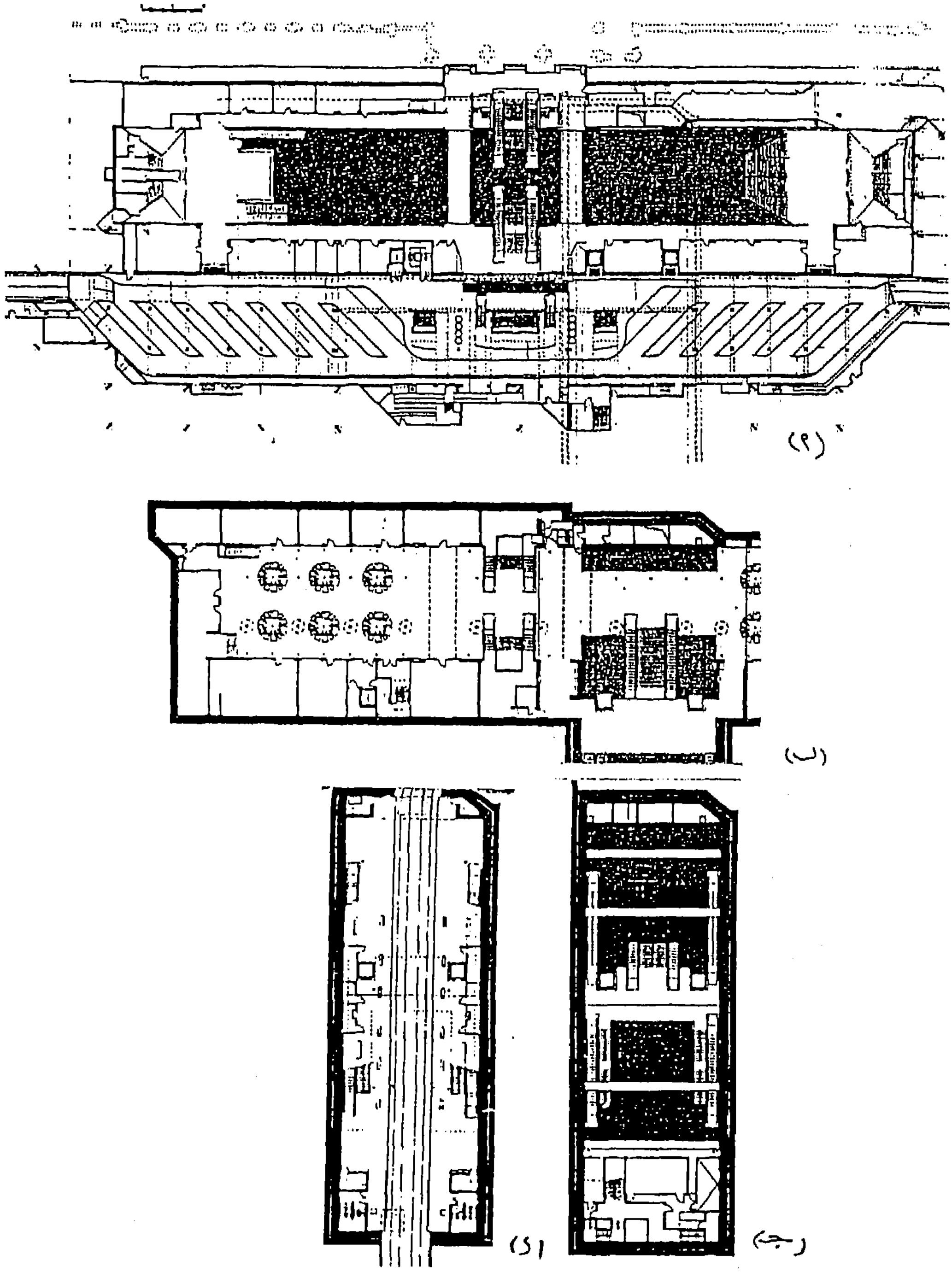
٥-٦-٢- التصميم المعماري للمحطة تحت أرضية

تعتـــبر محطة روتردام من المحطات الصغيرة والبسيطة، وتكمن الفكرة التصميمية في مداخل المحطة من منسوب الشارع حيث أن المدخلين مغطيان كل بسقف معدني على شكل دائرة مائلة يربط بيـــنهما قـــوس كبير فيظهر المدخلان واضحان ومميزان في الموقع. يؤدي المدخلان الى سلالم ثابتة و متحركة تؤدي بدورها الى صالتين منفصلتين تحت الأرض وهما يعتبران بمثابة صالتي

انتقال من المداخل الى أرصفة انتظار القطارات حيث يحدد الراكب الاتجاه المطلوب. لا تحتوي المحطة على صالة تذاكر بالمعنى المتعارف عليه (صالة واسعة بها مكتب تذاكر لحصول الركاب على التذاكر ثم المرور على ماكينات التحكم في الدخول والخروج الى أرصفة انتظار القطارات) ولكن يقع مكتب بيع التذاكر في أحد المداخل في مستوى الشارع. تتصل الصالة المستديرة بأرصفة محطة الترام وبعض الغرف الخدمية المخصصة لاحتياجات التشغيل الإلكتروميكانيكية بالإضافة الى اتصالها بأرصفة انتظار القطـــارات. تم تصـــميم الأرصـــفةعلى هيئة رصيفين مركزيين يحتويان على السلالم التي تربطهما بالصـــالتين أعلاهمـــا وبعض الغرف القليلة للمراقبة أو للاحتياجات الفنية، ويوضح شكل (٥-١٩) المساقط الأفقية للمحطة بالترتيب.

---

(1)Edwards, B., *Some Recent Station Projects* In <u>The Modern Station New approaches to railway architecture</u>, E & FN spon London UK Pp 151-153 -1997



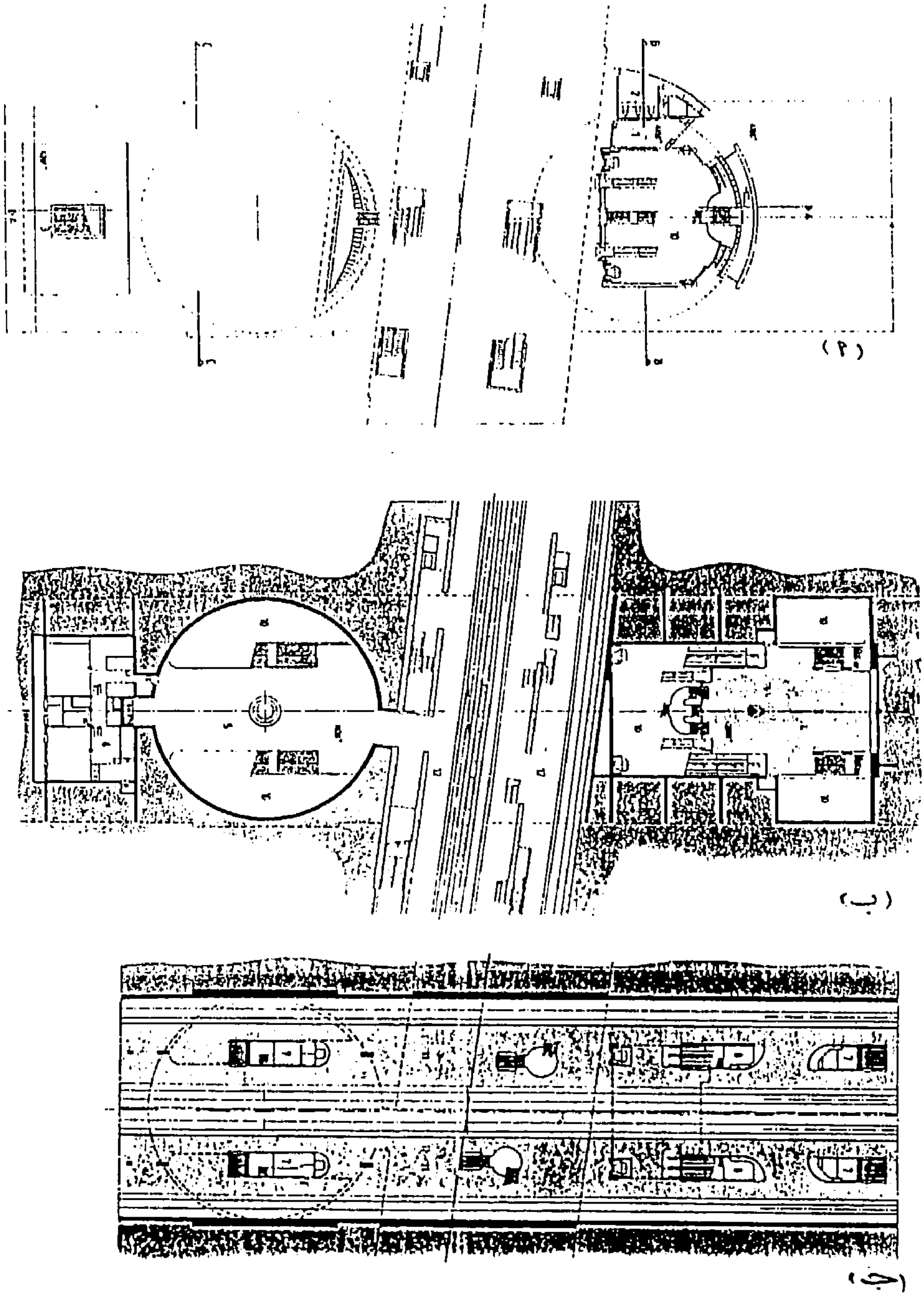
شكل (٥-١٨)يوضح المساقط الأفقية لمحطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية

(ا) المسقط الأفقي للمستوى الأول تحت الأرض موضح به الجراجات وممر المحلات التجارية

(ب)جزء من المسقط الأفقي للمستوى الأول تحت الأرض وهو فناء مزروع يطل عليه محلات تجارية

(جـ) المسقط الأفقي للمستوى الثالث تحت الأرض وهو شرفة للانتقال الى أرصفة انتظار القطارات

(د) المسقط الأفقي للمستوى الرابع تحت الأرض وهو أرصفة انتظار القطارات



شكل (٥-١٩) يوضح المساقط الأفقية لمحطة روتردام بلاك – هولندا

(ا) المسقط الأفقي لمستوى الطريق موضح به المدخلان السطحيان والمساحة المحصورة بينهما

(ب)المسقط الأفقي لمستوى صالتي الانتقال الى أرصفة انتظار القطارات حيث تصل إحداهما بأرصفة انتظار الترام

(جـ)المسقط الأفقي لمستوى أرصفة انتظار القطارات

٥-٧-مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك- أسبانيا[١]

المعماري: وشركاؤه مع المصمم الإنشائي أوف أورب وشركاؤه

يعرض هذا المشروع كمثال للمشاريع التي يؤثر ويثري فيها الفكرة التصميمية للهيكل الإنشائي التصميم المعماري للمحطات.

عدد سكان مدينة بيلباو

٥-٧-١- موقع المشروع :

قـــام المعمـــاري نورمان فوستر بتصميم المشروع في مدينة بيلباو (مليون نسمة) في مقاطعة باســـك على حدود أسبانيا، وقد تم افتتاح المشروع عام ١٩٩٥. يربط هذا المشروع عدة أقطاب في المدينة وهى: الميناء- قرية الصيد-مركز المدينة- المنطقة الصناعية- الضواحي.

٥-٧-٢- وصف عام للمشروع

يتكون المشروع من ١٤ محطة سطحية و ١٨محطة تحت أرضية عميقة وأربعة منفذة بأسلوب الحفر المكشوف بحيث نفذ على عدة مراحل.كانت المرحلة الأولى في اتجاه الجنوب الشرقي تربط المركز بحيـــث يمتد موازى لضفاف النهر وتتكون هذه المرحلة من ١١محطة تحت الأرضية صممت ٩ محطات منها عبارة عن وحدة نمطية تختلف فقط في مداخل كل محطة تبعا لظروف الموقع المحيطة بالمحطة.

٥-٧-٢- التصميم المعماري للمحطة النمطية

تم إنشـــاء المحطـــات النمطية بنظام إنشاء الأنفاق النمساوي الجديد[٢] New Austrian Tunnelling method (NATM) ويعـــتمد تشكيل المحطات على شكل النفق الذي يحتوي على الرصيف بطول المحطة يعبر اليه الركاب عن طريق كوبري خفيف علي طرفي الرصيف (شكل ٥-٢٠).

ويكـــون الدخـــول الى المحطة عن طريق السلالم المتحركة التي تأخذ الركاب بداية من المدخل القشـــري من منسوب الشارع الى منسوب رصيف انتظار القطارات ماراً بمنسوب متوسط (كوبري معلق من جسم النفق) يحتوي على ماكينات التحكم في الدخول، وعليه تكون رحلة الراكب من

---

(1) Edwards. B., *Some Recent Station Projects* In The Modern Station New approaches to railway architecture. E & FN spon London UK Pp 157-158 ,1997

(٢)المرجع السابق:

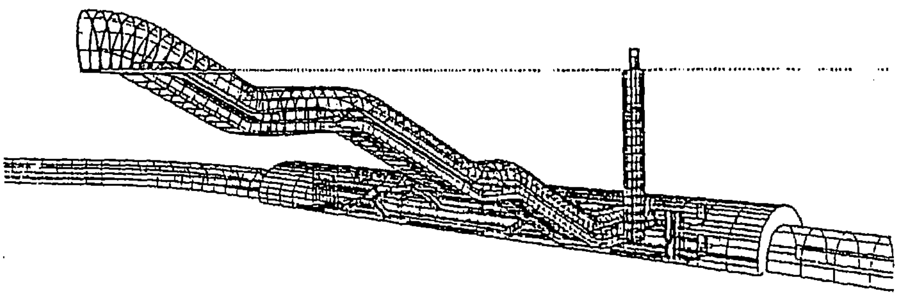
شـــرح مبسط لنظام إنشاء الأنفاق النمساوي الجديد: يبدأ بإقامة نفق مؤقت من الخرسانة المرشوشة ومسلحة تسليح خفيف بعد الحفر مباشرة ثم تركيـــب الـــنفق الأصـــلي (عبارة عن وحدات مصبوبة في الموقع أو سابقة التصنيع) في وقت لاحق. ومميزات هذه الطريقة هو إعطاء المزيد من الوقت المتاح للأعمال التكميلية بين فترة الحفر وإقامة جسم النفق نفسه بالإضافة الى المرونة في استخدام أشكال نفقية جديدة وأبعاد كبيرة للنفق نفسه، وفي هذا المشروع النفق على شكل البيضة Flattened eggبعرض ١٦م وارتفاع ١١م

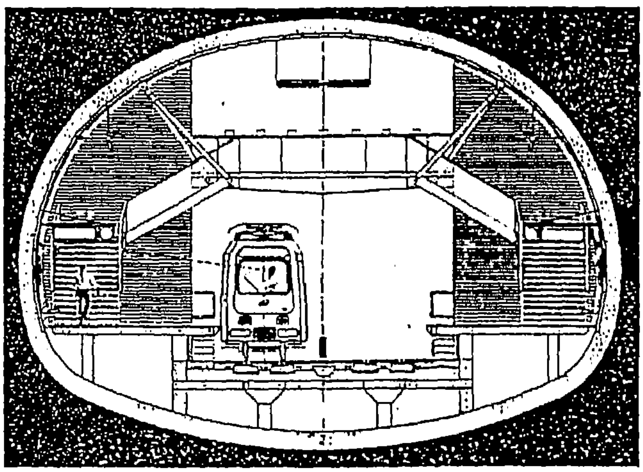
الشارع الى القطار تمر بثلاث مراحل وهي:

- مرحلة الانتقال من الشارع الى المنسوب المتوسط عن طريق السلالم المتحركة
- مرحلة الوجود في المنسوب المتوسط للحصول على التذاكر ثم المرور من ماكينة التحكم

في الدخول مرحلة الانتقال من المنسوب المتوسط الى منسوب أرصفة انتظار القطارات
وطوال هذه الرحلة يمر الراكب في داخل وعاء من الحديد غير القابل للصدأ (ستنلس
ستيل) - شكل (٥-٢١). وقد نجح المصمم المعماري بهذه الطريقة في نقل صورة مدينة بيلباو الصناعية
داخل المحطة عن طريق اختياره لمواد النهو والتشطيب والمواد الإنشائية الخفيفة
لتكون كلها سابقة التصنيع (منتجات مصنع) مثل مادة تغليف النفق بوحدات الخرسانة سابقة التصنيع
- الكوبري المعلق من الألومنيوم المصنع بالإضافة الى استخدام الزجاج والحديد غير القابل للصدأ بدأ
من المدخل الى باب القطار

شكل (٥-٢٠) يوضح التصميم المعماري لمحطة نمطية-مترو أنفاق بيلباو-أسبانيا.
حيث تنقل السلالم المتحركة الراكب من منسوب الشارع الى كوبري معلق من جسم النفق ويؤدي بدوره الى الأرصفة



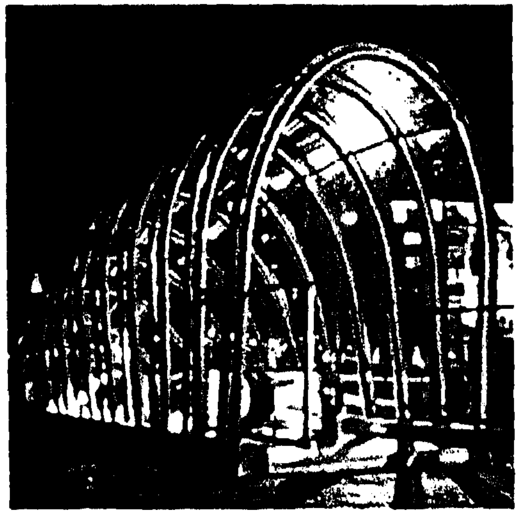


شكل (٥-٢١) مراحل انتقال الراكب داخل المحطة (وعاء من الحديد الغير قابل للصدا)سابق التصنيع

(ا) المدخل القشرى بدءا من منسوب الشارع

(ب) انفاق الدخول مزودة بالسلالم المتحركة

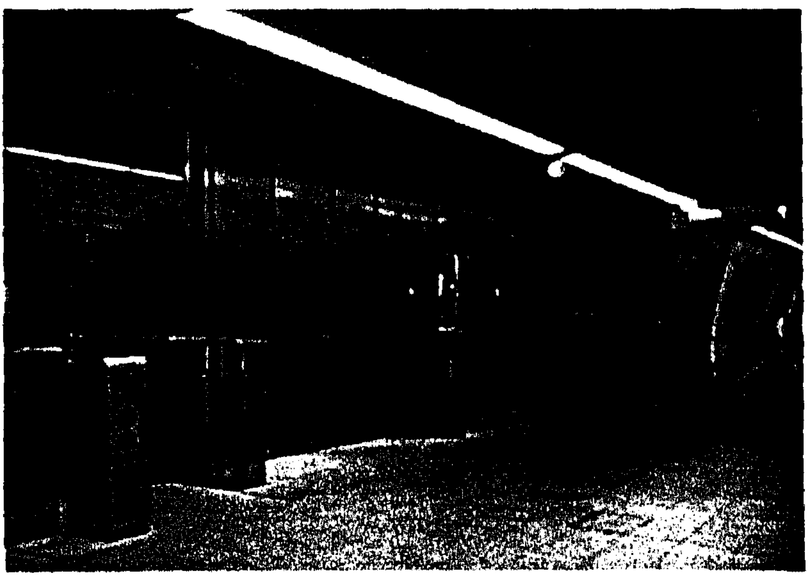
(جـ) منسوب صالة التذاكر



(أ)

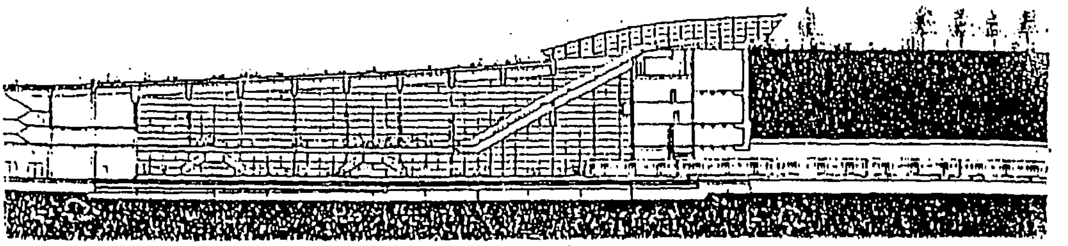


(ب)

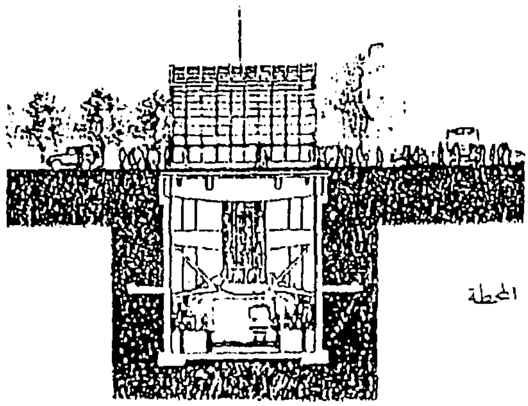


(جـ)

شكل (٥-٢٢) محطة ساريكو- واحدة من المحطات الهامة من خط مترو أنفاق بيلباو
محطة غير نمطية تم تنفيذها بطريقة الحفر المكشوف



(أ) قطاع طولي في المحطة يوضح طريقة الإنشاء وشكل المدخل الرئيسي



(ب)قطاع عرضي في المحطة

٥-٨- محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي [١]- ليون -فرنسا
Venissieux Parilly Subway Station

يعـــرض هـــذا المشروع كمثال لمحطة تحت الأرضية تم تخطيطها وتصميمها لتتكامل مع مبنى سـطحي فوقهـا. وتعتبر هذه المحطة نموذج ناجح لاستخدام تشكيل العناصر الإنشائية في توجيه حـركة الركاب وتكوين خريطة ذهنية متميزة للمحطة في أذهان رواد الخط ككل - شكل (٥-٢٣)

٥-٨-١- موقع المحطة

قـام بتصميم المحطة المعماري جوردا في ضاحية "ليون"، وهي ضاحية قليلة السكان عند تقـابل العديد من الطرق السريعة. ومن المخطط أن تقام المحطة في هذا الموقع ثم يقام فوقها مبنى سطحي كبير بمساحة ١٠٠٠٠ متر مربع بحيث يكون مدخل المحطة من الردهة الأساسية عن طريق توزيع عدد من السلالم للوصول الى أرصفة المحطة، والى أن يتم
إنشـاء هـذا المبنى يظهر مدخل المحطة عن بعد عن طريق سقف خفيف من المواسير محمول على دعائم مائلة تحيط بها واجهة من حوائط منفصلة من الزجاج والحديد.

٥-٨-٢- التصميم المعماري

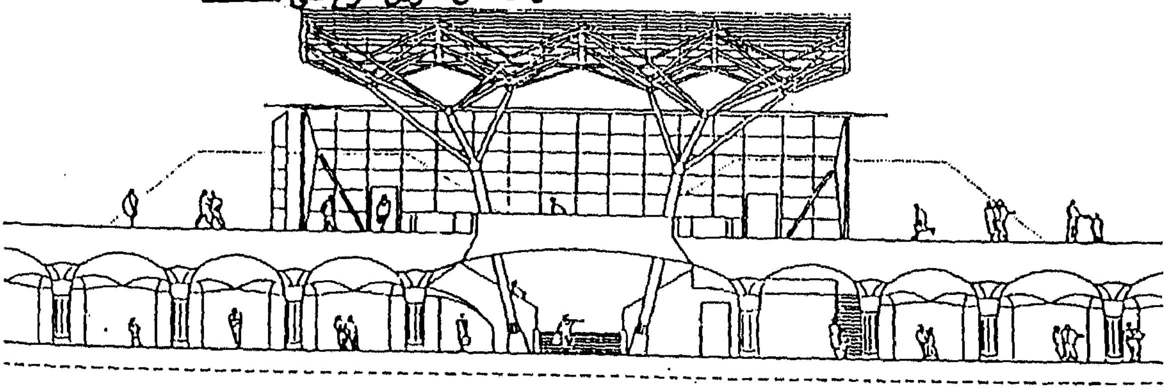
إعـتمد تشكيل الفراغ الداخلي للمحطة على إظهار العناصر الإنشائية الموزعة بانتظام بالإضافة الى تشكيلها المبتكر للعناصر الإنشائية (سقف المحطة والأعمدة) شكل (٥-٢٤).
المحطـة مكونـة من طابق واحد تحت سطح الأرض متصل مباشرة بالسطح عن طريق فراغ في منتصف المحطة مفتوح بكامله بحيث يحقق التواصل مع البيئة السطحية سواء كانت البيئة الخارجية (قبل إنشاء المبنى المزمع إقامته) أو الفراغ الرئيسي للمبنى (في المستقبل)

(1) Cerver, F A *Subway StreetCar and Bus Urban Transportation.* In Stations and terminals.– Pp 164-171 . Arco for Haerst Books International New York USA1997

شكل (٥-٢٣) يعتمد المبدا التصميمى لهذه المحطة على استخدام العناصر الانشائية فى توجيه الركاب وتكوين صورة ذهنية متميزة لدى ركاب الخط ككل



شكل (٥-٢٤) قطاع طولى فى محطة فينتيسيو باريللى يتضح فيه بساطة التصميم المعمارى للمحطة حيث تتكون من طابق واحد تحت الارض متصل سقف المحطة بالبيئة الخارجية عن طريق فراغ فى منتصف



٥-٩- تحليل دراسات الحالة

فيما يلي عرض تحليلي للأمثلة المعروضة فيما سبق كمثال لعدة حالات منفصلة عن طريق فهم ترتيب وتتابع العناصر الفراغية المكونة للمحطة (المداخل – صالة التذاكر – الأرصفة) بالإضافة الى التحليل العددي لأجزاء المحطة. يتم بالتحليل العددي حساب نسبة مساحة كل عنصر منسوباً الى المســاحة الكلية للمحطة مع تجميع البيانات في جدول مقارن (جدول ٥-٢) ثم مقارنة تلك الأرقام بعضها كمحاولة لاستنباط بعض المعايير الفراغية لتصميم محطات نقل الركاب تحت الأرضية:

٥-٩-١- مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس – فنزويلا

تم عــرض المشـــروع كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضــري في عاصـــمة لدولة نامية. ويلاحظ أن المحطات النمطية في هذه الشبكة تحتوي على مداخل مباشـــرة عــن طريق سلالم من مستوى الطريق الى المستوى الأول تحت الأرض وتمثل ٨،٥ % من مساحة المحطة الكلية وهو عبارة عن الفراغ المعماري الذي يحتوي على السلالم التي تنقل من الطريق الى صالة التذاكر. يوجد فراغ مفتوح مركزي بين مستوى صالة التذاكر وأرصفة انتظار القطارات يساعد على ربط الفراغين ببعضهما فيقلل من الشعور بفقدان الاتجاهات مع خلق فراغ متوسط مميز (جزئية ٤-٣-٣)

تقــع صالة التذاكر في المستوي الأول تحت الأرض بحيث يترل الراكب مباشرة من مستوى الطــريق إلـــيها، وتنقسم الى جزئين الأول يسمى المنطقة العامة والثاني هو المنطقة التي يدخلها فقط حامـــلي التذاكر، تحتوي المنطقة العامة على مكاتب بيع التذاكر ثم خط ماكينات التحكم في دخول وخــروج الــركاب من والى أرصفة انتظار القطارات والذي يفصل بين جزئي صالة التذاكر ويتلوه الســلالم التي تنقل الراكب الى مستوى أسفل صالة التذاكر وتمثل ٣٩،٦% من مساحة المحطة الكلية. وتقاس سعة صالة التذاكر كمسطحات الحركة في المستوى الأول تحت الأرض مضافاً إليها السلالم التي تنقل الراكب من مستوى صالة التذاكر الى أرصفة انتظار القطارات .

صممت أرصفة انتظار القطارات على هيئة رصيف مركزي بعرض ٧متر[١] تقريباً وبطول ١٢٦ مــتر (طــول القطــار)، وتحــتوي عــلى مســطحات في نهايتي الرصيف مخصصة للأعمال الإكتروميكانيكــية (الــتهوية والتكييف) وسلالم مؤدية الى الدور العلوي (المنطقة الخدمية)- وتمثل مســاحة انتظار القطارات ٢٤،٩% من المساحة الكلية للمحطة مقاسة كمساحة الانتظار في الدور الثاني تحت الأرض مضافاً اليها المسطحات الفنية في هذا المستوى.

وتحتل الفراغات الفنية ما يمثل ٢٢،٤% من مساحة المحطة موزعة على منسوب صالة التذاكر بما يمثل ٢٠،٨% وفي منسوب الأرصفة بما يمثل ١،٦% . يوضح شكل (٥-٢٥) تمثيل للتحليل الفراغي

(١) الأبعاد المذكورة مستنبطة من المساقط الأفقية والقطاعات المتوفرة في المرجع الذي تناول بالعرض هذا المثال

للمساقط الأفقية لمحطة ميجال أنطونيو كمثال للمحطات تحت الأرضية لهذا المشروع

٥-٩-٢-مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن-أستراليا

تم عـرض المشروع كمثال لمشروع تم إضافته الى مدينة كثيفة غير مصممة حضرياً لاستقبال المشروع.

يعتـبر موقـع الخط من المحددات الهامة التي أثرت على توقيع وتشكيل المحطات وعلاقة المداخـل بالمسقط الأفقي لها. فأولاً يوجد مباني هامة غير مسموح بإزالتها أو العمل تحتها حيث يمر الخـط في شارع لاتروب ثانياً أدت صعوبة تحويل الحركة المرور في هذا الشارع الرئيسي الى اختيار تنفيذ المحطة مع الاحتفاظ بحركة المرورية وعمل بعض التعديلات في الاتجاهات. ثالثاً أثر مشروع أنفاق صـرف صحي على مناسيب بعض المحطات أسفل سطح الأرض كما نفذت محطة المتحف. رابعاً أثر وجود الخط في مكانه على موقع المحطة داخل الخط فكانت المسافات بين المحطات غير متساوية، أي أن المسـافة بـين محطة البرلمان ومحطة المتحف ١١٨٠ متر في حين أن المسافة بين محطتي المتحف وفلاجستاف ٦١٠ متر فقط

٥-٩-٢-١-التحليل الفراغي للعناصر المعمارية لمحطة المتحف

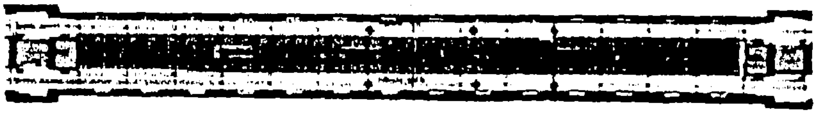
تم تصميم المداخل داخل مبنى مرتفع عن سطح الأرض ليكون علامة مرئية تشير الى وجود مبنى تحت الأرض في هذه المنطقة ويشكل فراغ محمي من العوامل الجوية حيث يحتوي كل مدخل على مجموعة من السلالم المتحركة والثابتة تنقل الركاب من مستوى الشارع الى مستوى صالة التذاكر وتمثل مساحة المداخل ٤،٨ % من المساحة الكلية للمحطة مقاسة كفراغ معماري يحوي فقط السلالم التي تنقل الراكب من الطريق الى صالة التذاكر.

تنقسـم صـالة التذاكر الى منطقتين (منطقة عامة Free area لا يشترط دخولها أن يحمل الراكـب تذكـرة، ومنطقة يدخلها فقط حاملي التذاكر Paid area ويفصل بينهما صف ماكينات للـتحكم في دخول وخروج الركاب من والى أرصفة انتظار القطارات. وتحتوي صالة التذاكر على مكتب لبيع التذاكر – مصاعد – سلالم ثابتة ومتحركة تنقل الركاب من والى منسوبي أرصفة انتظار القطـارات – فراغات تعمل كمجاري هواء لتهوية منسوب صالة التذاكر ومنسوبي الأرصفة – فراغ متوسط متصل بالمستويات السفلى لتوفير الاتصال البصري بين كل مستويات المحطة.

مساحة صالة التذاكر ١٦٨X٢٢،٥ والتي تبلغ٣٧٨٠ متر مربع وهو نفس أبعاد فراغ أرصفة انتظار القطارات حيث أن أسلوب الإنشاء (أسلوب الحفر المكشوف) قد أملى على المصمم أن يحتفظ بنفس أبعاد الفراغ في كل مستويات المحطة وتمثل صالة التذاكر ٣٧،٦ % من مساحة المحطة.



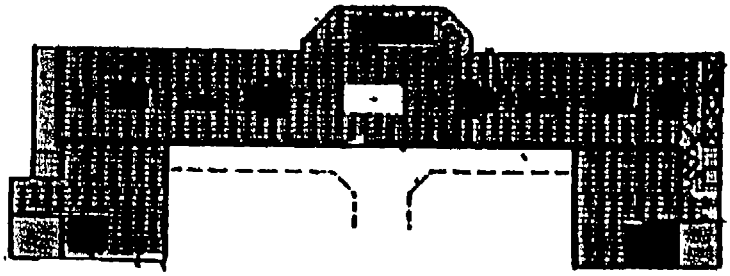
المسقط الأفقي لدور صالة التذاكر (أول منسوب تحت سطح الأرض)



المسقط الأفقي لدور أرصفة انتظار القطارات (ثاني منسوب تحت سطح الأرض)

- فراغات خدمية
- وسائل الاتصال الرأسية المستخدمة بواسطة الجمهور
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الركاب
- فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل (٥-٢٥) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة ميجال أنطونيو كمحطة نمطية - مشروع مترو كراكاس - فنزويلا



السقط الأفقي لدور صالة التذاكر

فراغات خدمية

وسائل الاتصال الرأسي

فراغات عامة مستخدمة بواسطة

فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل (٥-٢٦) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة فلاجستاف - ملبورن

تحتوي أرصفة انتظار القطارات على طابقين مخصصين لأرصفة انتظار القطارات فكان إجمالي مساحة الأرصفة ما يعادل ٤٩،٥ % من إجمالي مساحة المحطة.

ونظـراً لظـروف موقع المحطة (انحدار ملموس في منسوب الشارع أعلى المحطة) بالإضافة الى وجود مشروع الصرف الصحي أعلى منسوب سكة القطارات نتج مسافة رأسية (شكل ٥-١١) استخدمت كمساحة إدارية (مكاتب) ولكن ليس بكامل مساحة الطابق وتمثل ٨،١% من إجمالي مساحة المحطة

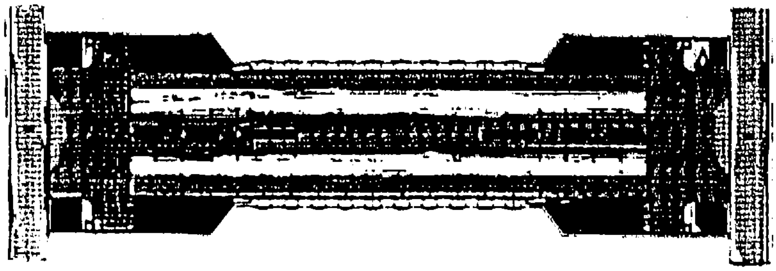
٥-٩-٣-مشروع كوبري ومحطة مترو ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية

تم عرض المشروع كمثال لمحطة تم إقامتها بالتنسيق مع المنطقة والمشاريع المحيطة بها

تم تصـميم المداخل على هيئة سلالم مباشرة مغطاة بمظلة خفيفة تعمل كبوابة تغلق وتفتح حسب ساعات تشغيل المحطة وتمثل نسبة ٤،٨ % من المساحة الإجمالية من المحطة.

تقع صالة التذاكر في مستوى متوسط (ميزانين) على أطراف المحطة بحيث يتوفر فراغ متوسط في المحطـة لتصـل الإضاءة الطبيعية الى الأرصفة فتتوفر للفراغ تحت الأرضي شيء من الحيوية ويتبدد الإحساس بالانعزال عن البيئة السطحية وتمثل ٥١،٢ % من مساحة المحطة.

وتقع أرصفة انتظار القطارات الثلاث في منسوب أسفل الميزانين، رصيفان جانبيان بعرض ٤ متـر ورصيف مركزي بعرض ٧متر والأرصفة بطول ٦٣متر (طول القطار) وتمثل ٤٤ % من إجمالي مسـاحة المحطة. هذا بالإضافة الى الغرف الخدمية في مستوى صالة التذاكر والتي تمثل ١٤،٦ % من مساحة المحطة وموقعها داخل صالة التذاكر.



المسقط الأفقي لدور الميزانين ويظهر من تحته منسوب أرصفة انتظار القطارات (ثاني منسوب تحت سطح الأرض)

فراغات فنية (خاصة بتكييف الهواء)
وسائل الاتصال الرأسي
فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور
مكتب التذاكر

شكل (٥-٢٧) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة الاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية

٥-٩-٤-محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية

تم عـرض محطـة ستراسـبورج كمثال لمحطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ونهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت أرضية.

٥-٩-٤-٢-التحليل الفراغي للعناصر المعمارية المكونة للمحطة

تعتـبر المحطـة ضخمة من حيث المساحة المقامة تحت الأرض فهي مكونة من أربعة طوابق، الأول يحـتوي عـلى موقف الأوتوبيس والتاكسي وانتظار السيارات بالإضافة الى جزء من النشاط التجاري والسلالم التي تربط هذا الطابق بالشارع أو بالطابق التالي له. بينما يتكون الطابق الثاني تحت الأرض من فراغ واسع مفتوح إلى أعلى مزروع ومضاء طبيعياً ويحتوي على الجزء المتبقي من المحلات التجارية بالإضافة الى عناصر الاتصال الرأسي. أما الطابق الثالث تحت الأرض فهو مستوى انتقالي فيه يحدد الراكب اتجاهه والى أي رصيف يتوجه. ثم ينتقل الراكب الى مستوى أرصفة انتظار القطارات.

فبحساب مساحة العناصر المكونة للمحطة يتضح الآتي:

موقف الأوتوبيس والتاكسي والجراج: ٢٤٪

المناطق التجارية	:٢٣،٩٪
المداخل	:٦،٧٪
الفناء المفتوح ومناطق الحركة	:٢٠،٢٪
أرصفة انتظار القطارات	:١١،٨٪
المناطق الخدمية	:١٣٪

٥-٩-٥-محطة روتردام بلاك – هولندا

تم عرض المحطة كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية : ترام ومترو تحت أرضي في وسـط المدينة. تعتبر المحطة صغيرة وبسيطة وتتركز فكرتها التصميمية في تشكيل وظهور مداخل في موقعهـا السطحي فكانت مساحة المداخل بما فيها المساحة المتداخلة مع الموقع السطحي (عبارة عن دائرتين عملاقتين) هي العناصر الأساسية في التصميم بنسبة ٣٤٪ من المساحة الكلية للمحطة.

لم تحـتوي المحطة على صالة تذاكر بمفهومها الوارد فيما سبق عرضه من الأمثلة حيث كان مكتـب الحصـول على التذاكر في مستوى الشارع تحت سقفية أحد المداخل المستديرة. يؤدي كل مدخل من مدخلي المحطة الى صالتين منفصلتين تماماً ولكن تتصل إحداهما بمحطة الترام المتقاطعة مع محطـة المترو. تتصل كل صالة على حدا بأرصفة انتظار لقطارات المترو فتكون الصالتين بمثابة فراغ انـتقالي ليحدد فيه الراكب اتجاهه وأي رصيف يريد. تكون الصالتين نسبة ٣٠،٦ ٪ من المساحة الكلية للمحطة.

أرصفة انتظار القطارات: رصيفين مركزيين يحتويان على السلالم التي تربطهما بالمستويات الأعـــلى وبعـــض الغرف القليلة المستخدمة للأغراض الخدمية وتكون الأرصفة نسبة ٦١،٧% من مساحة المحطة.

الغـــرف الخدمية: قليلة نسبياً حيث تمثل ٧،٣% من مساحة المحطة موزعة في صالتي المحطة وأرصفة انتظار القطارات

٥-٩-٦-مشروع مترو بيلباو - باسك - أسبانيا

تم عـــرض المشـــروع كمثال يؤثر ويثري فيه الفكرة التصميمية للهيكل الإنشائي التصميم المعماري. يعتمد تشكيل المحطات على شكل قطاع النفق وهو بيضاوي غير منتظم بعرض ١٦متر وارتفاع ١١متر أما طول المحطة فهو طول القطار المستخدم.

تم تصميم المحطة بحيث تقع المداخل مباشرة على أرصفة المشاة وهي عبارة عن منشأ خفيف شـــفاف ذو تصـــميم مميز في مستوى الطريق بحيث يعكس إضاءة المحطة ليلاً الى خارج المحطة. تنقل المداخل الراكب من الطريق الى منسوب متوسط عن طريق سلالم كهربائية

بالإضـــافة الى مســـتوى متوسط يصل اليه الراكب للحصول على التذكرة وهو عبارة عن كوبرين خفيفين معلقين من جسم النفق وموقعهما في نهايتي المحطة. وأرصفة انتظار القطارات رصيفان جانبيان بعرض ٥متر تقريباً

٥-٩-٧-مشروع محطة مترو أنفاق فيـيسيو باريللي - ليون - فرنسا

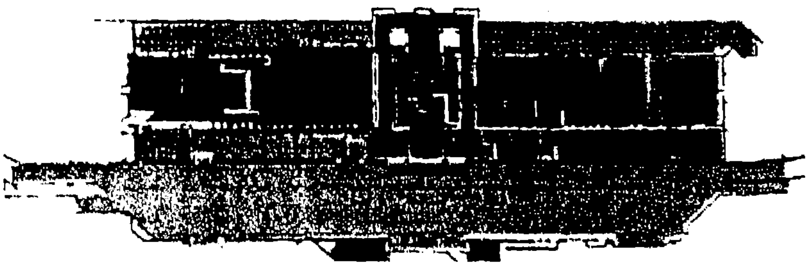
تم عرض المشروع كمثال لمحطة تحت أرضية متكاملة مع مبنى سطحي فوقها

تم تصـــميم المدخـــل (الوضـــع القائم) مبنى خفيف مكون من سقف وأعمدة من المواسير وحوائط زجاج مفصولة عن السقف يشكل عنصر متميز في الموقع السطحي. هذا المنشأ الخفيف ممتد الى المنسوب الأول تحت الأرض (أرصفة انتظار القطارات) فينتقل الراكب من سطح الأرض عن طريق سلالم في فراغ يتوسط المحطة الى منسوب **أرصفة انتظار القطارات.**

٥-٩-٨- الخلاصة

في هـــذا الفصـــل اســـتعرض البحث سبعة أمثلة من محطات تحت أرضية كل أنشئت تحت ظروف واعتبارات (محددات) مختلفة وجهت التصميم ليصل الى صورته النهائية فكانت الأمثلة المعروضة:

- مشـــروع شـــبكة خطوط مترو كراكاس - فنزويلا كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة دولة نامية
- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن - أستراليا

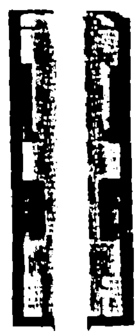


مسقط أفقي لمنسوب الجراحات



مسقط أفقي لمنسوب الفناء

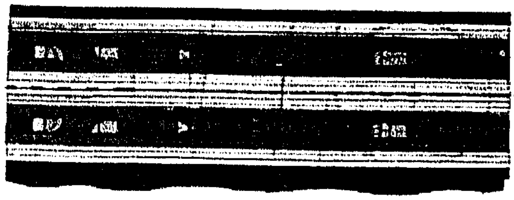




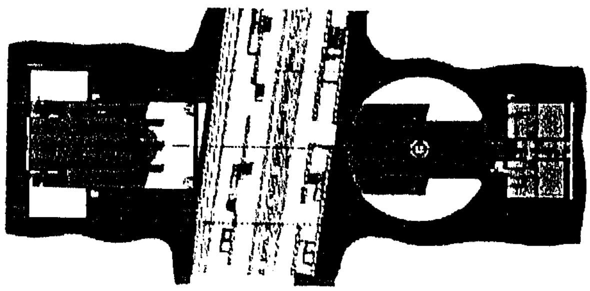
المسقط الأفقي لمنسوب شرفة الانتقال   المسقط الأفقي لمنسوب الأرصفة

- فراغات خدمية
- وسائل التصال الرأسي
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور
- فراغات تجارية أو جراجات
- فناء مفتوح ومزروع

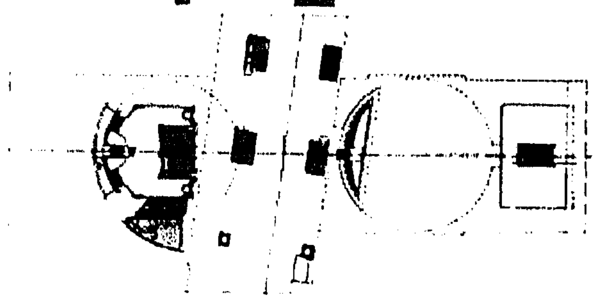
شكل (٥-٢٨) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة ستراسبورج



المسقط الأفقي لدور أرصفة انتظار القطارات



المسقط الأفقي لدور صالتي الانتقال من المدخل الى الأرصفة



المسقط الأفقي لمستوي الطريق

- فراغات خدمية
- وسائل الاتصال الرأسى
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور

شكل (٥-٢٩) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة روتردام بلاك

- مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق ألاميدا – كاليفورنيا – الولايات المتحدة الأمريكية
- محطة ترام ستراسبورج
- محطة روتردام بلاك – هولندا
- مشروع مترو أنفاق بيلباو – باسك – أسبانيا
- مترو أنفاق فينيسيو – بارللي – باريس – فرنسا

بعـــد استعراض الأمثلة أعلاه تم تحليل المساقط الأفقية والقطاعات للمحطات المعروضة كما هو موضح في أشكال (٥-٢٥، ٥-٢٦، ٥-٢٧، ٥-٢٨، ٥-٢٩) ثم تم تفريغ البيانات الناتجة من التحلـــيل في جـــدول مقارن وهو عبارة عن إحصاء وصفي للعناصر الأساسية المكونة للمحطات (جدول ٥-٢) وهي المداخل وصالة التذاكر وأرصفة انتظار القطارات فظهرت نسبة كل عنصر على حدة منسوبة الى المساحة الكلية للمحطة. وكانت نتائج المقارنة بالنسبة لكل عنصر:

- المداخل: ١- تشابه مثالين
  ٢- تقارب القيم في ثلاث أمثلة أخرى
- صـــالة التذاكر: قسمت صالة التذاكر الى جزئين رئيسيين وهما مسطحات الركاب سواء في المـــنطقة العامة أو المنطقة بعد بوابات التحكم في الدخول والخروج ثم فراغات فنية لدواعي تكنولوجـــيا إدارة وتشـــغيل النظام (أمن ومراقبة – بيع التذاكر – تكييف الهواء – معدات وآلات) فكانت النسبة لمسطحات الحركة :

١-تشابه مثالين

٢-اختلفت الثلاث أمثلة الأخرى ولكن خلال مدى مناسب

أمـــا بالنســـبة لمساحات الفراغات الخدمية فقد اختلفت الأمثلة الخمسة وكان الاختلاف خلال مدى واســـع وهذا قد يرجع الى أن اختلاف فلسفة وتكنولوجيا تشغيل النظام يؤثر على مساحة الفراغات الخدمية لمحطات نقل الركاب.

- أرصفة انتظار القطارات: قسمت الى ثلاث مناطق رئيسية وهي مساحة انتظار – فراغات خدمية – ومساحة السكك الحديدية للقطارات وكانت النتائج:

١-اختلفت أربعة أمثلة في نسبة المساحة المخصصة للانتظار في كل حالة ولكن داخل نطاق مقبول

٢-تشابهت ثلاثة أمثلة في نسبة المساحة المخصصة للسكك الحديدية للقطارات، واختلف عنهم المثال الرابع ولكن داخل نطاق مقبول

٣-اخـــتلف مـــثال "مشروع محطة ستراسبورج" كلياً عن الأمثلة الأربعة الأخرى وقد يعزى سبب الاخـــتلاف الى اخـــتلاف الهدف الرئيسي من إقامة المحطة وهو تكوين مجمع تحت أرضي لمحطة ترام وموقف أوتوبيس وجراج ومجمع تجاري لذا قلت النسبة المخصصة لأرصفة انتظار القطارات.

وقد استبعدت القيم الخاصة بتلك المحطة في جزئية أرصفة انتظار القطارات عند استنباط متوسط القيم وهذا يعطي تمثيل أدق لنسبة المساحات المخصصة للعناصر الرئيسية للمحطات.

فـــي الفصـــل القادم يعرض البحث مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى مع تحليل العناصر المعماريـــة المكونة للمحطات لإمكان مقارنتها بنتائج هذا الفصل وتقييم المشروع المصري من حيث أوجه نجاح التصميم ونقاط الضعف والوصول لبعض التوصيات التي قد تحسن من التصميم.

جدول (٥-١) مقارنة بين الخمس مشروعات المعروضة في هذا البحث لتحديد أوجه الاتفاق والاختلاف في كل عنصر من العناصر التصميمية للمحطات

المشروعات المعروضة عناصر المقارنة	مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس – محطة ميحال أنطونيو	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملورن – محطة المتحف	مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الاميدا	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية	مشروع محطة روتردام بلاك هولندا	مشروع مترو أنفاق بيلباو	مشروع محطة مترو أنفاق فيبسيو ماريلي سرس
المداخل:							
النمط التصميمي	سلالم مباشرة	متضمنة داخل مبنى سطحي	سلالم مباشرة مغطاة بمظلة خفيفة	سلالم مباشرة	سلالم تحت منشأ معدني مفتوح	سلالم مباشرة يعلوها غطاء قشري شفاف	مدمجة داخل مبنى خفيف
ينقل من منسوب الطريق الى	صالة التذاكر	صالة التذاكر	صالة التذاكر	ميزانين يطل على فناء شبه مفتوح	صالتين منفصلتين بمثابة فراغ ليحدد الركاب فيه الاتجاه المطلوب	صالة التذاكر	أرصفة انتظار القطارات
موقعها في منسوب الشارع	على أرصفة المشاة	على أرصفة المشاة أو داخل حديقة مفتوحة	داخل ساحة مفتوحة	في ساحة مفتوحة أمام مبنى ذو أهمية تاريخية	في ميدان فسيح مخصص للمشاة	على أرصفة المشاة	المبنى السطحي داخل ساحة مفتوحة
صالة التذاكر أو ما يماثلها:							
موقعها	أول منسوب أسفل سطح الأرض		مستوى متوسط (ميزانين)	تحتل المنسوب الأول والثاني تحت الأرض	أول منسوب أسفل سطح الأرض	مستوى متوسط (ميزانين)	في المستوي السطح
وصفها	تنقسم الى منطقة حرة ومحصنة يدخلها فقط حاملي التذاكر	تنقسم الى منطقة حرة ومحصنة يدخلها فقط حاملي التذاكر بالإضافة الى اتصالها بمنطقة تجارية في نفس المنسوب	مستوى متوسط على أطراف المحطة فيتوفر فراغ متوسط تعبر من خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموضح في جزئية (٤-٢-٢) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموضح في جزئية (٤-٢-٢) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	مستوى متوسط (كوبريين معلقين من جسم النفق في نهايتي المحطة)	مستوى سطح الأرض حول فراغ متوسط تعبر من خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة
محتوياتها	سلالم المداخل- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	سلالم المداخل ومصاعد- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج- ممرات تؤدي الى المنطقة التجارية- مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	سلالم المداخل- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	منطقة مخصصة لموقف أوتوبيس وتاكسي وانتظار سيارات-مستويين مخصصين كمناطق تجارية-مناطق فنية-سلالم ثابتة ومتحركة تنقل الى المستويات المختلفة	مسطحات حركة واسعة – فراغ مفتوح على كل من مستوى المداخل ومستوى الأرصفة	سلالم المداخل ومصاعد- مكتب بيع التذاكر	سلالم المداخل ومصاعد- مكتب بيع التذاكر
أرصفة انتظار القطارات							
نوعها وأبعادها	رصيف مركزي بعرض ٧ وطول ١٢٦متر تقريباً (طول القطار)	رصيفين جانبيين بطول ١٦٨متر (طول القطار) في كل مستوى	رصيفين جانبيين بعرض ٤متر ورصيف مركزي بعرض ٧تقريباً والأرصفة بطول ٦٣(طول القطار)	رصيفين جانبيين كل بعرض ٦ متر وطول ٦٠ متر	رصيفين مركزيين كل بعرض ٨ متر وبطول حوالي ١١٨ متر	رصيفين جانبيين بعرض ٥متر تقريباً	رصيفين جانبيين
موقعها	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	اربع أرصفة في منسوبين أسفل بعضهما	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	رابع منسوب تحت سطح الأرض	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	يحتل كل فراغ النفق البيضاوي	أول مستوى أسفل سطح الأرض
كيفية ارتباطها بالعناصر الأخرى	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط كل مستوى بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وكذا يتصل مستويي الأرصفة ببعضهما بسلالم وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط بمستوى انتقالي على هيئة شرفة تربط الأرصفة مع المستوى الأعلى بصرياً وذلك عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة	ترتبط بالصالتين أعلاها عن طريق السلالم الثابتة والمتحركة بالإضافة الى فراغ مفتوح بين المستويين يحقق الربط البصري	ترتبط بصالة التذاكر (كوبري معلق) عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة
الغرف الفنية							
موقعها في المحطة	بعضها في منسوب صالة التذاكر وأخرى في منسوب الأرصفة	موزعة في منسوب صالة التذاكر وفي منسوب الأرصفة	لم يرد ذكر وجود أية غرف فنية في المراجع المتوفرة	موزعة في منسوبي المحلات التجارية وفي منسوب الأرصفة	موزعة في منسوب صالتي الانتقال الى الأرصفة وفي منسوب الأرصفة	توجد بعض الغرف الفنية في بعض المحطات(حسب الاحتياج إليها وليس كلها	

جدول (٥-٢) مقارنة بين المشروعات الأجنبية المعروضة في هذا البحث يوضح العناصر الأساسية المكونة للفراغ والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجة الفراغات الرئيسية للمحطات

المشروعات المعروضة ▼	العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض											المعالجات المعمارية المفضلة لمعالجة فراغات المحطات تحت الأرض									
	المداخل					صالة التذاكر				أرصفة انتظار القطارات											
	أفقية	مباشرة	عبر فناء سفلي	تحت منشأ مفتوح	عن طريق ممر سطحي	مكتب بيع التذاكر	ناظر المحطة-أمن..إلخ	مناطق تجارية	نمط ماكينات الدخول والخروج	رصيفين جانبيين	رصيف مركزي	استخدام فناء سماوي مفتوح داخل الفراغ تحت الأرض	استخدام النوافذ الداخلية	تصميم مناطق ذات شخصية مميزة داخل الفراغ الرئيسي	تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يجمع بشيء من التعقيد	تصميم بيئة دافئة زاهية ورحبة	استخدام الخط والشكل النمطي أو الزخرفي	استخدام تماثيل وأشكال نحتية	استخدام اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية	نظام للعلامات الإرشادية والخرائط	توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يماثلها في تصميم الفراغ
مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس		■				■	■		■		■			■		معلومات غير متوفرة				■	
مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن				■		■	■	■	■	■				■	■	معلومات غير متوفرة					
مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الامهدا		■				■	■		■	■	■			■		■				■	■
مشروع محطة ترام ستراسبورج التحت أرضية		■	■			معلومات غير متوفرة		■	■	■		■	■	■	■	معلومات غير متوفرة				■	■
مشروع محطة روتردام بلاك				■		معلومات غير متوفرة			■		■			■		معلومات غير متوفرة				■	■
مشروع مترو أنفاق بيلباو		■				معلومات غير متوفرة			■	■				■						■	
مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي –فرنسا				■		■	معلومات غير متوفرة			■		■		■	■	■	■	■		■	■

شكل (٥-٣) مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمثلة العالمية

المشروع	العناصر المكونة للمحطة						
	مداخل	صالة التذاكر		أرصفة انتظار قطارات			أنشطة أخرى
		مسطحات الحركة	فراغات فنية	انتظار القطارات	فراغات فنية	سكة حديد	
مترو كراكاس-فنزويلا محطة ميجال أنطونيو	%٨,٥	%١٨,٨	%٢٠,٨	%٢٤,٩	%١,٦	%٢٥,٤	ــــ
مترو مليورن-أستراليا محطة المتحف	%٤,٨	%٣٦,٩	%٠,٧	%٣٠,٨	ــــ	%١٨,٧	إداري ٨,١
محطة مترو ألاميدا-كاليفورنيا-الولايات المتحدة الأمريكية	%٤,٨	%٣٦,٦	%١٤,٦	%١٨,٥	ــــ	%٢٥,٥	ــــ
محطة ستراسبورج	%٦,٧	%٢٠,٣	%١٢,٥	%٧,١	%٠,٥	%٤,٣	%٢٤,٩ جراج / %٢٣,٩ تجاري
محطة روتردام بلاك-هولندا	%٧,٧	%٢٥,٤	%٥,٢	%٣٢,٩	%٢,١	%٢٦,٧	ــــ
مترو بيلباو-باسك-أسبانيا المحطة النمطية	لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستنباط قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة						
محطة فينيسيو باريللي-ليون-باريس	لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستنباط قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة						
المتوسط	٦,٥	٢٧,٦	١٠,٨	٢٦,٨	٠,٨	٢٤,١	١١,٤
الانحراف المعياري	١,٦٧	٨,٧٢	٧,٩١	٦,٧٤	٠,٩٦	٣,٦٣	

الفصل السادس

دراسة حالة مترو أنفاق القاهرة الكبرى

- تحديد حجم وأبعاد مشكلة النقل داخل اقليم القاهرة الكبرى مع التعرض لأهم الحلول المقترحة
- شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى
- التصميم المعمارى لمحطات الخط الأول (المرج - حلوان) تحت الأرضية
- التصميم المعمارى لمحطات الخط الثانى (شبرا الخيمة - الجيزة) تحت الأرضية
- المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثانى لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى
- تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

الفصل السادس
دراسة حالة – مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

٦-١- تحديد حجم وأبعاد مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى مع التعرض لأهم الحلول المقترحة [(١)]

سبق أن قدم الكثير من دراسات النقل لحل المشكلة القائمة بإقليم القاهرة الكبرى وكانت تلك الدراسات هي [(٢)] : تقارير الخبراء الفرنسيون عام ١٩٥٤، وعام ١٩٦٤، تقرير الخبراء البريطانيون عام ١٩٦٤، وتقرير الخبراء السوفييت عام ١٩٦٦،ودراسة هيئة التعاون الدولي اليابانية ١٩٦٧، ودراسة هيئة تخطيط القاهرة الكبرى ١٩٦٩، ودراسة بيت الخبرة الفرنسي عام ١٩٧٣. وفيما يلي إستعراض للمشكلة الحالية كما وردت في أحدث دراسة قام بها بيت الخبرة الفرنسي الذي قام بأكثر من دراسة سابقة.

٦-١-١- تقييم مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى

من المعروف أن إقليم القاهرة الكبرى له من السمات الخاصة التي تميزه عن غيره من باقي محافظات الجمهورية حيث تتركز به كل الأنشطة والخدمات المركزية مثل الوزارات ودواوين الحكومة والمراكز العلاجية ومراكز البحث العلمي والجامعات ومراكز المال والتجارة. بالإضافة الى ذلك الزيادة المطردة في عدد سكان الإقليم حيث أن التقسيم الجغرافي للإقليم هو "محافظة القاهرة وبعض الأجزاء من محافظتي الجيزة والقليوبية".

قد تم تكليف الاستشاري المصمم لخطي شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى الحاليين (الخط الأول-الخط الثاني) والقائم بالدراسات السابقة المقدمة عامي ١٩٧٣، ١٩٧٧ لتحديث دراسة احتياجات النقل العام حتى عام ٢٠٢٢. وفيما يلي بعض الإحصائيات المقدمة في أحدث دراسة التي توضح حجم مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى.

- يبلغ تعداد سكان الإقليم ١٣,٥ مليون نسمة عام ١٩٩٦. يحتوي الإقليم على مساحة حضرية ذات تعداد ١١,٢٧ مليون نسمة وقد يصل عدد السكان عام ٢٠٢٢ الى ١٩,٦٧ مليون نسمة بمعدل ٢١,٢ % من سكان الجمهورية
- يبلغ عدد العاملين (١٥-٥٩ سنة) حوالي ٤,١ مليون، ٣٠ % من إجمالي عددهم عاملين بالقطاع الحكومي. وجدير بالذكر أنه خلال العشر سنوات الأخيرة ازدادت القوى العاملة بمعدل سنوي ٨,٧ % وقد تصل الى ١٣,٦ % عام ٢٠٢٢. تحتل القوى العاملة أهمية كبيرة في دراسات احتياجات النقل العام حيث تشكل رحلات (المنزل-العمل) بين مركز المدينة وحدود او ضواحي الإقليم النسبة الأكبر من رحلات النقل.
- أعداد الطلبة (المرحلة العمرية ٦ سنوات فما فوق)٣,٤١ مليون عام ١٩٩٨ وقد يصل الى ٥,٨٧ عام ٢٠٢٢.

---

(١) أحدث دراسة قام بها الاستشاري سيسترا لصالح الهيئة القومية للأنفاق عام ١٩٩٩ تحت أسم:
Report 2 – Integrated public transport Network scenarios.

(٢) المهندس إيهاب عقبة. التأثيرات العمرانية لوجود مترو الأنفاق في المناطق المحيطة به. ماجستير – كلية هندسة –جامعة عين شمس(١٩٩٣)

في غـــياب وسائل المواصلات العامة المريحة والسريعة يلجأ الراكب الى استخدام السيارات الخاصة والتاكسي مما يؤدي الى تكدس الطرق الآلية والذي يؤثر بدوره على كفاءة وسائل المواصلات العامة الـــتي تستخدم نفس الطرق وهذا بالإضافة الى إنسدادات في مداخل الشرايين الرئيسية المؤدية الى قلب المدينة وتكون النتيجة:

- تقل السرعة الفعلية للسيولة المرورية وبالتالي تزيد أزمنة رحلات النقل العام
- عدم انتظام تدفق وسائل المواصلات العامة التي تخدم قلب المدينة

من المتوقع ان تنخفض السرعة المرورية لوسائل المواصلات البرية كما السيارات الى ٥٠% سنة ٢٠٢٢ عنها الآن (من ٢٠ كم/س عام ١٩٩٨ الى ١٠,٥ كم/س سنة ٢٠٢٢).

٦-١-٢ دراسة احتياجات النقل في إقليم القاهرة الكبرى

كمـــا ذكر أعلاه قامت الدراسة بتحديث الإحصائيات الخاصة بأعداد جمهور مستخدمي وسائل النقل العامة (السكان والطلبة .....الخ) بالإضافة الى الوضع الحالي للنقل العام في إقليم القاهرة الكبرى.

وقد تم دراسة تكامل وسائل المواصلات العامة في ضوء خمسة موضوعات وهي أولاً هيكل "متطلبات النقل الحالي والمستقبلي" في القاهرة، ثانياً الوضع الحالي والمستقبلي لتوزيع مواقع العمل والسكن، ثالثاً الخطـــط طويلة المدى للتكامل بين المترو-الترام وخطوط السكك الحديدية، رابعاً تحديد مناطق توليد الرحلات الآلية، وخيراً وجود عوائق مادية في طريق الخطوط الجديدة المقترحة

وقد خلصت دراسة الوضع الحالي للنقل الى النتائج الآتية :

- في ضـــوء الـــتعداد السكاني والوضع الحالي لوسائل النقل يتحرك مركز ثقل إقليم القاهرة الكبرى من منطقة وسط المدينة (رمسيس-العتبة-التحرير) الى الاتجاه الشمالي الشرقي
- المحور الرئيسي لإقليم القاهرة الكبرى يتحرك من الاتجاه الشمالي الجنوبي الى الاتجاه الشرقي الغربي بدءاً من مدينة السادس من أكتوبر الى مدينة العاشر من رمضان
- يوجـــد عدد كبير من المناطق المكدسة سكانياً وفقيرة من ناحية خدمات النقل مثل (شبرا-إمـــبابة.....) وهـــذا يعني أنه مع تزايد دخل الأسرة المصرية والأنشطة في إقليم القاهرة الكبرى سوف تولد هذه المناطق ضغوط على خدمة النقل في الإقليم
- يمكن إعادة توقيع وتأهيل خطوط ترام لتدخل في المخطط الجديد
- يمكن الاعتماد على خطوط السكك الحديدية للسويس لربط القاهرة بالمدن الجديدة الشرقية مثل العبور-الشروق-القاهرة الجديدة...الخ

وبناءاً على هذه النتائج طرحت بدائل لحل مشاكل النقل بالقاهرة الكبرى باستخدام وسائل المواصلات المطروحة مثل إنشاء نظام نقل سريع كتلي(Mass Rapid Transit (MRT

لــنقل أعــداد ضخمة من الركاب بما يعادل: من ٣٠ ألف الى ٩٠ ألف راكب/ساعة/الاتجاه بسرعة تشغيل ٣٠-٦٠ كم/س وهو متمثل في خطي مترو أنفاق القاهرة الكبرى (الخط الأول-الخط الثاني) وإنشاء شبكة نقل السكك الخفيفة Light Rail Transit (LRT) لنقل من ١٠ ألف الى ٣٠ ألف راكــب/ساعة/الإتجاه بسرعة تشغيل ٢٠-٣٥ كم/س مستخدماً مسارات مفصولة كما هو الحال في باريس-لندن-بيونس ايريس ثم خطوط الترام الحديثة Modern Tramway لتنقل من ثلاث آلاف الى ١٢ ألف راكب/ساعة/ الاتجاه في مسارات شبه مفصولة بسرعة تشغيل ١٥-٢٥ كم/س
وأخيراً نظام الأوتوبيس Bus System ينقل من ألفين الى عشرة آلاف راكب/ساعة/الاتجاه مع العلم أن هذا النظام يمثل ٢٠% من خدمة النقل العام في الوضع الحالي

٦-١-٣- خطة النقل العام بإقليم القاهرة الكبرى

تم اعتبار (MRT) هو العمود الفقري لشبكة النقل العام في القاهرة الكبرى مع إعادة تشكيل (صياغة دورها) باقي أشكال وسائل المواصلات المرنة (الأوتوبيس-التاكسي-السرفيس.) لتتكامل مع خطوط النقل السريع الكتلي وهذا بإضافة بعض خطوط سكك خفيفة (LRT)

٦-٢-شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى

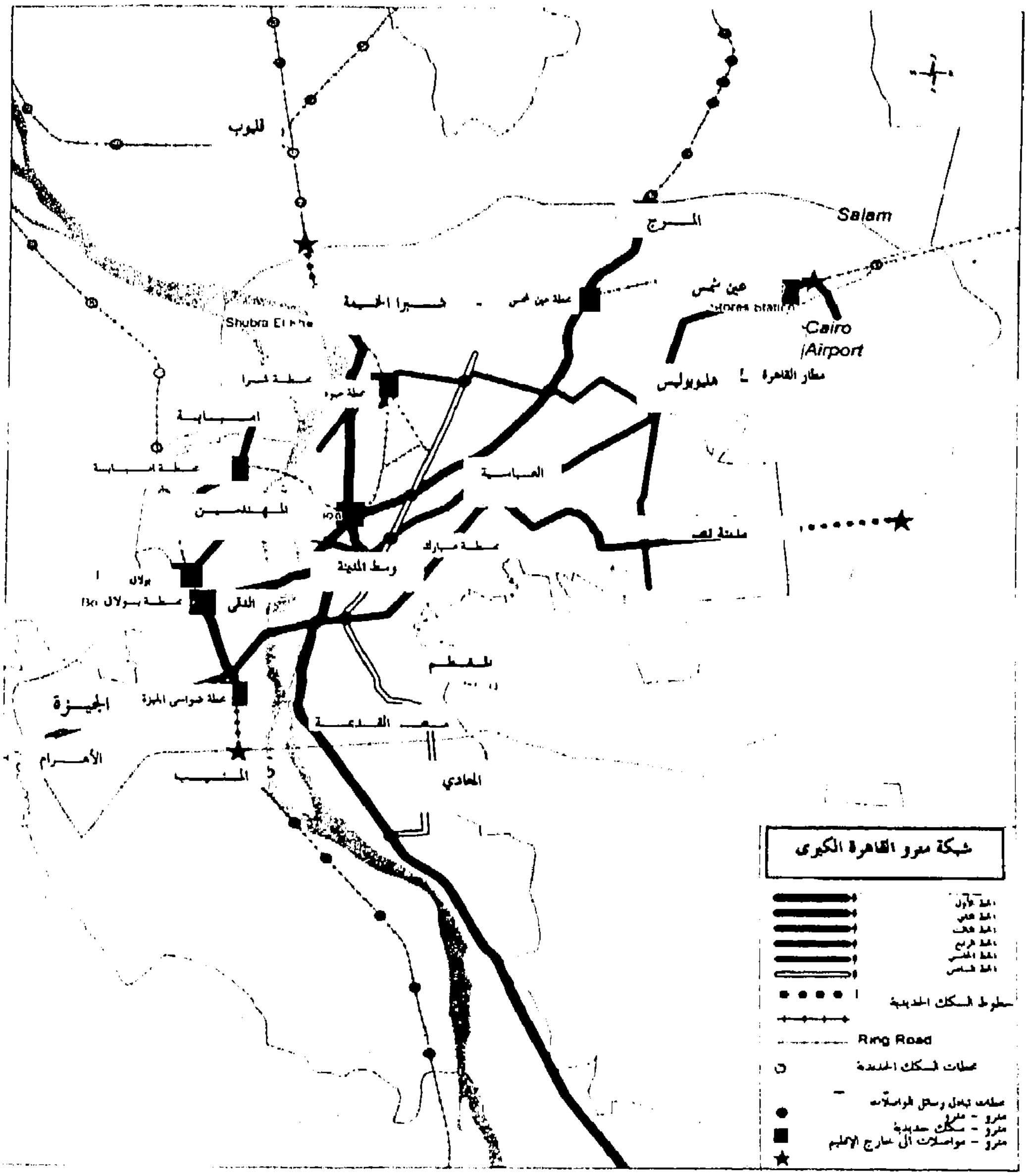
بــدأ "مشــروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى في عام ١٩٧٧ بالدراسة المعدة من قبل المكتب الاستشــاري سوفروتو وتتكون شبكة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى من ثلاث خطوط تغطي محــاور الحركة ذات أحجام النقل الكبيرة التي تتجاوز قدرة وسائل النقل السطحي. وقد تم التخطيط والتصميم لهذه الشبكة منذ الدراسات الأولى لمشكلة النقل العام داخل الإقليم
وقد تم تعديل عدد ومسار خطوط هذه الشبكة الى ستة خطوط أربعة منها نقل سريع كتلي مع تحقيق خطــان مــنهم (الخط الأول- الخط الثاني) وجاري تحديث دراسة الخط الثالث ثم خطي نقل سكك خفيفة كما هو موضح في شكل(٦-١)

٦-٢-١-الخط الأول المرج-حلوان

يــبلغ طول الخط ٤٤ كم وعدد المحطات٣٥ محطة منها خمس محطات تحت أرضية و الباقي محطات سطحية وذلك بطاقة النقل التصميمية ٢ مليون راكب/اليوم

تم افتــتاح الخــط عام ١٩٨٧ ويربط بين منطقة حلوان (جنوب القاهرة) وهي منطقة ذات نشاط صناعي من الدرجة الأولى بمنطقة المرج (شمال القاهرة) وهى حدود النشاط الزراعي ماراً بوسط المدينــة عن طريق نفق تحت سطح الأرض بدءاً من رمسيس إنتهاءاً بمنطقة السيدة زينب بطول ٤,٧ كم. وقد قانت الدراسة على مبدأ الاحتفاظ بمسار خطين للسكة الحديد: الأول من حلوان الى باب

شكل (٦-١) يوضح الوضع المقترح لتكامل وسائل المواصلات المختلفة لحل مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى



اللـــوق والـــثاني من المرج الى كوبري الليمون (ميدان رمسيس)، ثم كهربة الخطين وتحديث المحطات لتتناسب مع التقنية المعاصرة.

٦-٢-٢-الخط الثاني شبرا الخيمة الجيزة

يبلغ طول الخط ١٩ كم و عدد المحطات ١٨ محطة منها ١٢ محطة تحت أرضية، أربع محطات سطحية، محطتان علويتان ذلك بطاقة النقل ١٧٦٠٠ راكب/يوم

تم افتـــتاحه على أربع مراحل الأولى في أكتوبر ١٩٩٦ ويربط بين منطقة شبرا الخيمة وهي ذات نشاط صناعي ثم منطقة شبرا ذات الكثافة السكانية العالية ثم يمتد الى محافظة الجيزة وأهم معالمها جامعة القاهرة ماراً بمنطقة وسط المدينة (رمسيس-العتبة-عابدين-التحرير) ويحقق هذا الخط الربط بين محافظة القليوبية شمالاً ثم القاهرة ثم الجيزة جنوباً

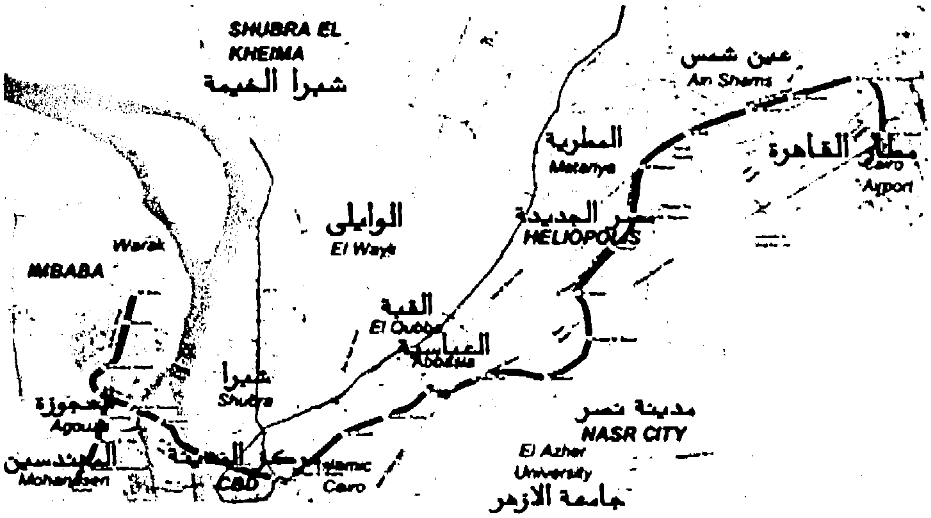
٦-٢-٣-الخط الثالث (تحت الدراسة)

يبلغ طول الخط ٨,٥ كم وعدد المحطات ٩محطات

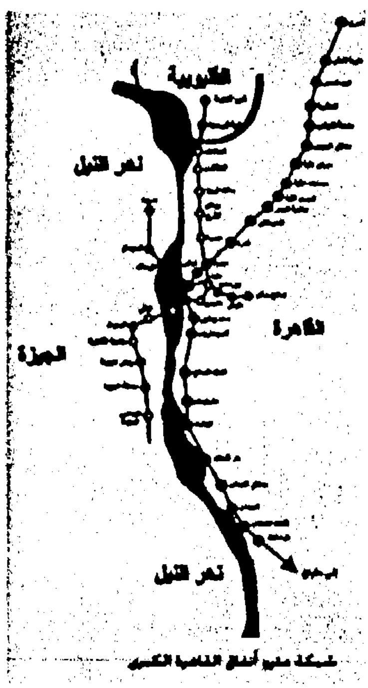
يمتد الخط من أقصى الغرب بدءاً من امبابة شمال محافظة الجيزة ويعبر الفرع الغربي لنهر النيل الى الزمالك ويستمر اسفل شارع ٢٦ يوليو ثم يرتفع ليعبر أعلى الفرع الشرقي لنهر النيل داخل جسم كوبري ١٥ مايو حيث يعود الى المسار النفقي أسفل شارع ٢٦ يوليو ثم أسفل الخط الأول للمترو عند تقاطعه مع شارع رمسيس ويستمر شرقاً أسفل الخط الثاني في منطقة العتبة ثم أسفل شارع الأزهر الى مـــنطقة الدراسة حتى شارع صلاح سالم حيث يحقق ربط محافظة القاهرة والجيزة في الاتجاه الشرقي الغربي

ثم تم الـــتعاقد مع مكتب سيسترا لتحديث الدراسة بما يتفق مع التغييرات الكثيرة التي طرأت على إقليم القاهرة الكبرى منها إنشاء النفق الآلي في شارع الأزهر الذي يمثل عائق رئيسي لتنفيذ الخط بمساره السابق وازدياد مطالب النقل لمناطق العباسية ومدينة نصر.

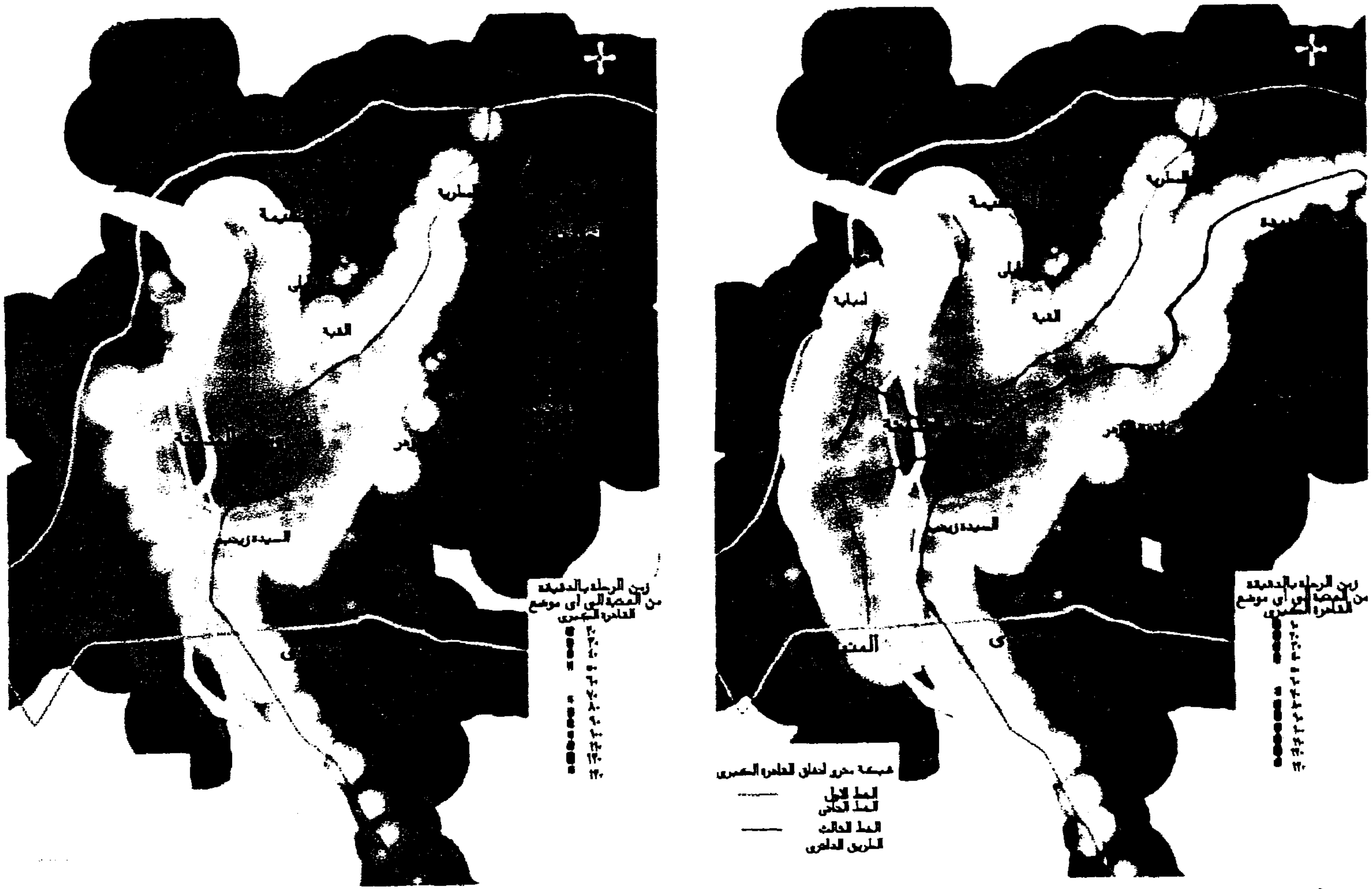
قـــد صمم الخط على أساس أعداد السكان وموقف النقل العام سنة ٢٠٢٢م. ويتكون الخط من ٢٩ محطة بطول ٣٣كم ويمتد ليربط بين شرق وغرب الإقليم بدأً من مطار القاهرة الدولي مروراً بعين شمس ثم ميدان هليوبوليس ثم شارع الأهرام ثم مدينة نصر (الإستاد الرياضي) ثم العباسية-العتبة-الزمالك-الكيت كات ثم يتفرع الى فرعين "الى امبابة والى المهندسين". ويتقاطع الخط الثالث مع الخط الأول في محطـــة جمال عبد الناصر أسفل شارع رمسيس ثم مع الخط الثاني في محطة العتبة بالقرب من ميدان العتبة (شكل ٦-٢)، ويوضح (شكل ٦-٤) تأثير وجود الخط الثالث على تحسين وزيادة سرعة أداء وسائل النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى.



شكل (٦-٢) مسار الخط الثالث كما جاء فى احدث دراسة



شكل (٦-٣)
مسار الخط الثالث كما
جاء فى الدراسات الاولية



شكل (٦-٤)
يوضح تأثير الخط الثالث على زمن الرحلات التى تتم بواسطة المواصلات العامة من العتبة الى لى موضع داخل القاهرة الكبرى

٦-٣- التصميم المعماري لمحطات الخط الأول (المرج - حلوان) تحت الأرضية

المعمـــاري: ا. د. جمال بكري استشاري الهيئة القومية للأنفاق للشئون المعمارية بالتعاون مع مكتب سوفروتو/ المهندسون الاستشاريون العرب

تم إنشاء هذا الخط بالاستعانة بخطي السكة الحديد من حلوان الى باب اللوق والثاني من المرج الى كوبري الليمون ثم الوصل بين جزئي الخط الشمالي والجنوبي عن طريق نفق سطحي حيث تم تنفيذ النفق بأسلوب الحفر المكشوف ويتضمن خمس محطات متشابهة الى حد كبير

حيـــث تـــتكون من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار ورصيفي انتظار بطول ١٩٧م وهو طول القطـــار المســـتخدم وبعض الغرف الخدمية. إلا أن محطتي مبارك (رمسيس) والسادات (التحرير) قد صمما على أنهما محطتان تبادليتان مع الخط الثاني. وفيما يلي شرح مفصل لكل من:

٦-٣-١- محطة مبارك

٦-٣-٢-محطة عرابي

٦-٣-٣- محطة جمال عبد الناصر

٦-٣-٤- محطة أنور السادات (التحرير)

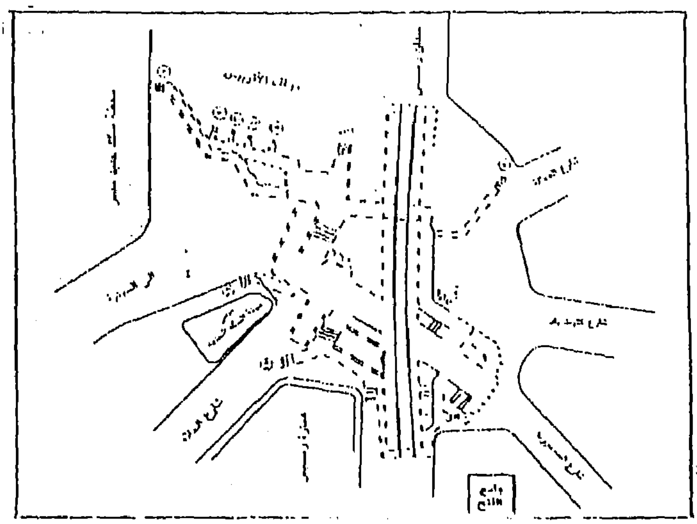
٦-٣-٥- محطة سعد زغلول

٦-٣-١- محطة مبارك

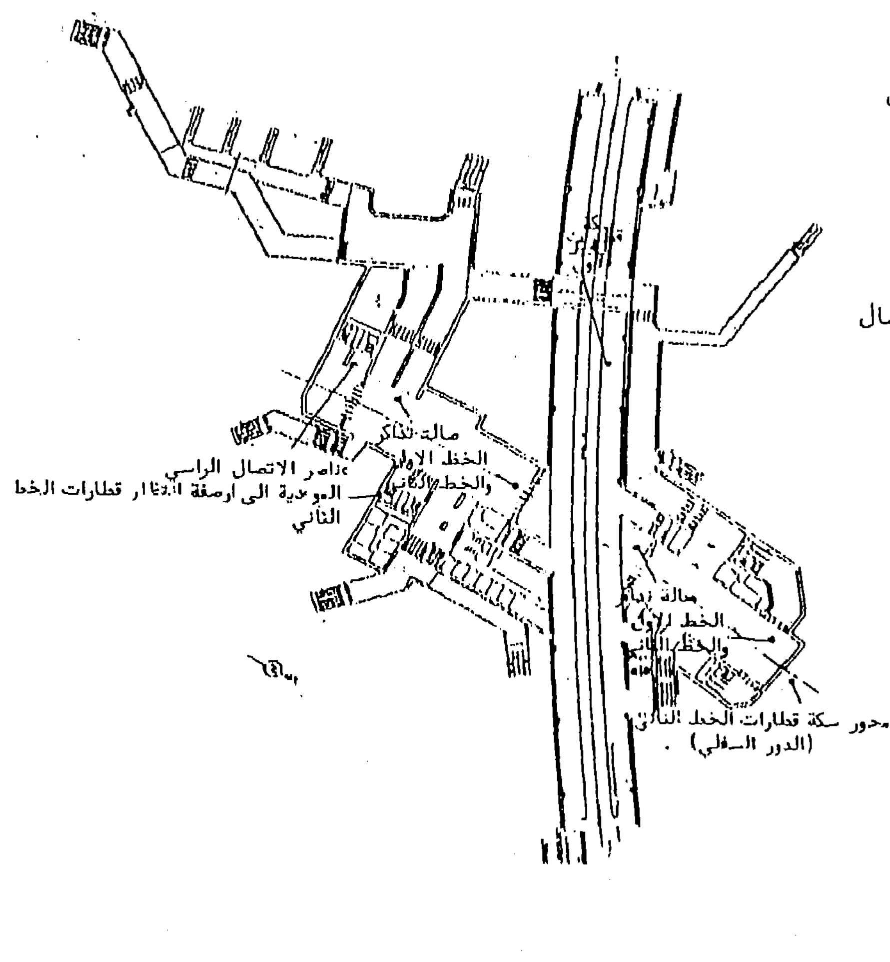
وهـــي محطة عملاقة تقع في ميدان رمسيس (شكل ٦-٥) وتتكون من دورين الدور العلوي بمسطح ١٣٠٠٠م٢ تقريباً وهو الدور الذي يمر به الخط الأول والدور السفلي بمسطح ٢٣٥٠م٢ يمر به الخط الثاني. الدور العلوي عبارة عن صالتي تذاكر على جانبي سكة قطار الخط الأول مجهزتين بكل الغـــرف خدمية اللازمة لعملية التشغيل بالإضافة الى العناصر الرئيسية لخدمة الجمهور مثل مكتب بيع الـــتذاكر في كل صالة وسلالم متحركة وثابتة للوصول الى الدور السفلي (الخط الثاني) بمعدل مجموعة ســـلالم لكل رصيف بالإضافة الى المداخل والمخارج الى منسوب الشارع موزعة في كل أنحاء ميدان رمســـيس بحيث تخدم محطة مصر (للسكك الحديد) وموقف أوتوبيس السرفيس وموقف أوتوبيس الى داخل وخارج إقليم القاهرة الكبرى والشوارع الهامة المحيطة بالمحطة (شكل ٦-٦).

يضـــم الدور الأول أيضاً أرصفة انتظار القطارات بطول ١٩٧م لكل رصيف ومتصلة بأرصفة الخط الـــثاني (الدور السفلي) عن طريق أربعة مجموعات من السلالم الثابتة والمتحركة بمعدل مجموعتي سلالم على كل رصيف

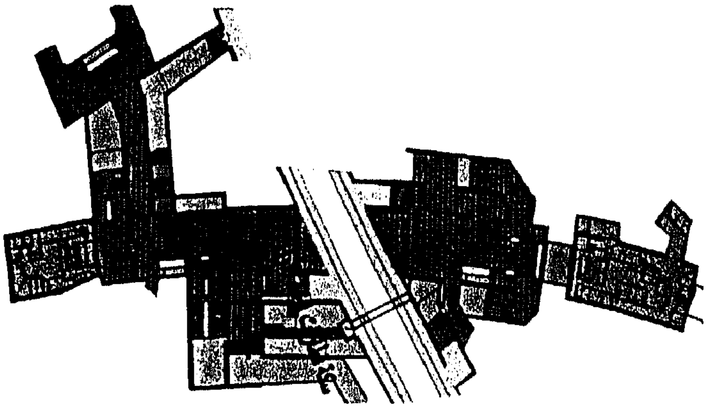
الدور السفلي: عبارة عن أرصفة انتظار القطارات للخط الثاني بطول ١٤٤م لكل رصيف بالإضافة الى السلالم التي تؤدي الى الدور العلوي(شكل ٦-٧).



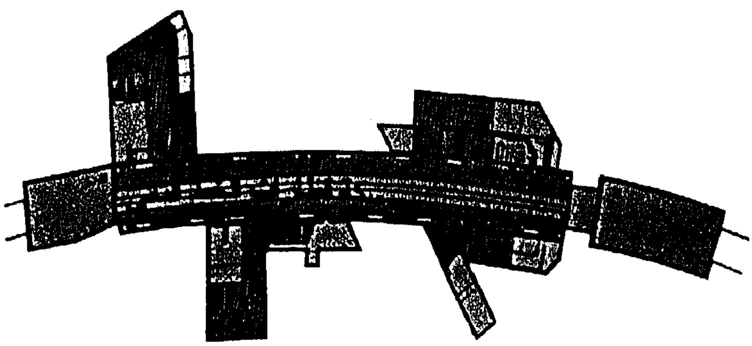
شكل (٦-٥)
يوضح موقع محطة مبارك
داخل ميدان رمسيس
وتوزيع المداخل والمخارج



شكل (٦-٦)
المسقط الأفقي للدور الأول
تحت الأرض لمحطة مبارك
ويتضح فيه صالتي التذاكر
على جانبي سكة قطارات
الخط الأول وعناصر الاتصال
الرأسية



المسقط الأفقي لدور التذاكر – الخط الأول



المسقط الأفقى للدور السفلى – الخط الثانى

فراغات خدمية

عناصر الاتصال الرأسي

فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور

ممرات تصل بين الفراغات الفنية

مصاعد

فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل (٦–٧) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة رمسيس – الخـــط الأول – الثـــاني

٦-٣-٢- محطة عرابي

تتكون المحطة من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار بمسطح خمسة آلاف م٢ يربط بينهما ممر أعلى منسوب السكة وتجهز كل صالة بمكتب تذاكر بالإضافة الى بعض الغرف الخدمية البسيطة وخدمات العاملين ثم رصيفي انتظار القطارات بطول ١٩٧م. تحتوي صالة التذاكر على ١١ مدخل من منسوب الشارع (شكل ٦-٨).

٦-٣-٣- محطة جمال عبد الناصر

تبلغ مساحة المحطة ٥٦٠٠م٢ تقريباً، بها ثمانية مداخل. تتكون من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار وأرصفة الانتظار. وتحتوي كل صالة تذاكر علي شباك بيع تذاكر والبعض القليل من الغرف الخدمية بالإضافة الى المداخل الموزعة على الشوارع المحيطة بالمحطة (شكل ٦-٩).

٦-٣-٥- محطة أنور السادات (التحرير)

تبلغ مساحة المحطة ١٣٧٠٠ م٢ وهي محطة تبادلية كمحطة مبارك بين الخط الأول والثاني وتقع في أكبر ميدان في القاهرة. بالمحطة ١٩ مدخل موزعين في أنحاء الميدان يخدمون أوتوبيس النقل العام داخل إقليم القاهرة الكبرى وأوتوبيسات النقل بين المحافظات بالإضافة الى المواطنين المترددين على مجمع التحرير والوزارات والسفارات الواقعة في حدود المحطة. تتكون المحطة من طابقين الأول عبارة عن صالتي تذاكر على جانبي سكة قطار الخط الأول وتحتوي كل صالة تذاكر على مكتب تذاكر ومجموعتي سلالم ثابتة ومتحركة لتتصل الى الدور السفلي (الخط الثاني) ويربط بين صالتي التذاكر ممر أعلى منسوب سكة قطار الخط الأول. أرصفة الخط الأول بطول ١٩٧ م تتصل بأرصفة الخط الثاني والتي يبلغ طولها ١٤٤م في الاتجاه العمودي عن طريق مجموعتي سلالم (شكل٦-١٠)

٦-٣-٥- محطة سعد زغلول

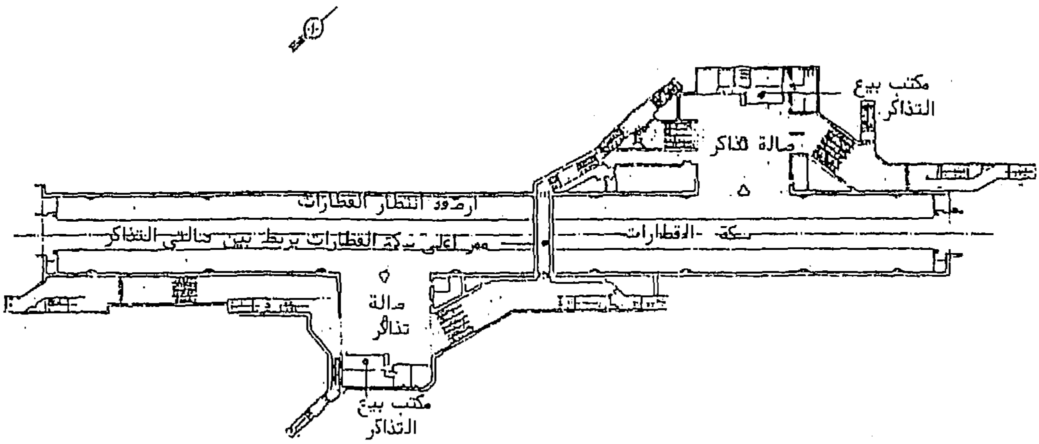
تبلغ مساحة المحطة ٥٢٠٠ م٢ وبها سبعة مداخل. كباقي المحطات تتكون من صالتي تذاكر جانبيتين وعموديتين على اتجاه الأرصفة (شكل٦-١١).

٦-٤- التصميم المعماري لمحطات الخط الثاني - (شبرا الخيمة-الجيزة) تحت الأرضية

المعماري: المهندسون الاستشاريون- ا. د. عز الدين فهمي وا. د. حسين عباس- المجموعة الاستشارية لخط المترو الثاني لمدينة القاهرة الكبرى (SOE/ ACE/ EHAF)

يبلغ طول الخط ١٩كم ويمتد من الشمال الى جنوب القاهرة. عدد المحطات: ١٨ محطة ويتم دراسة امتداد الخط الى ٢٠ محطة منها ١٢ محطة تحت أرضية

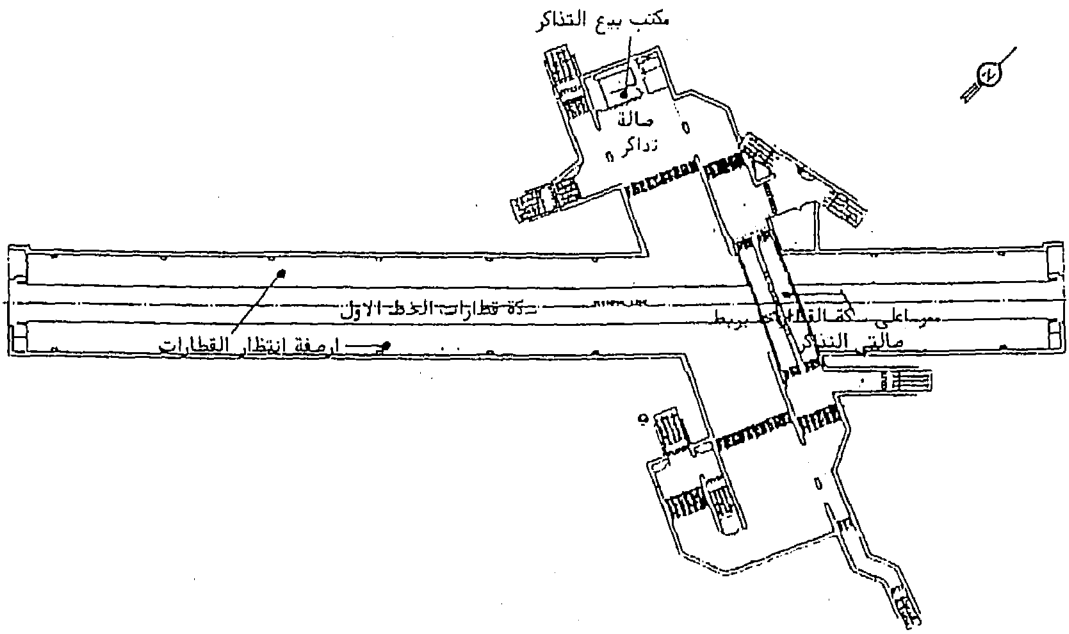
وقد تم تنفيذ المسار النفقي بأسلوب الحفر العميق مع تنفيذ بداية ونهاية النفق بأسلوب الحفر المكشوف. وقد أثر أسلوب الإنشاء في تشكيل المحطات تحت الأرضية حيث تم تصميم أول محطة في



شكل (٦-٨)

المسقط الأفقي لمحطة عرابي- الخط الأول -مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

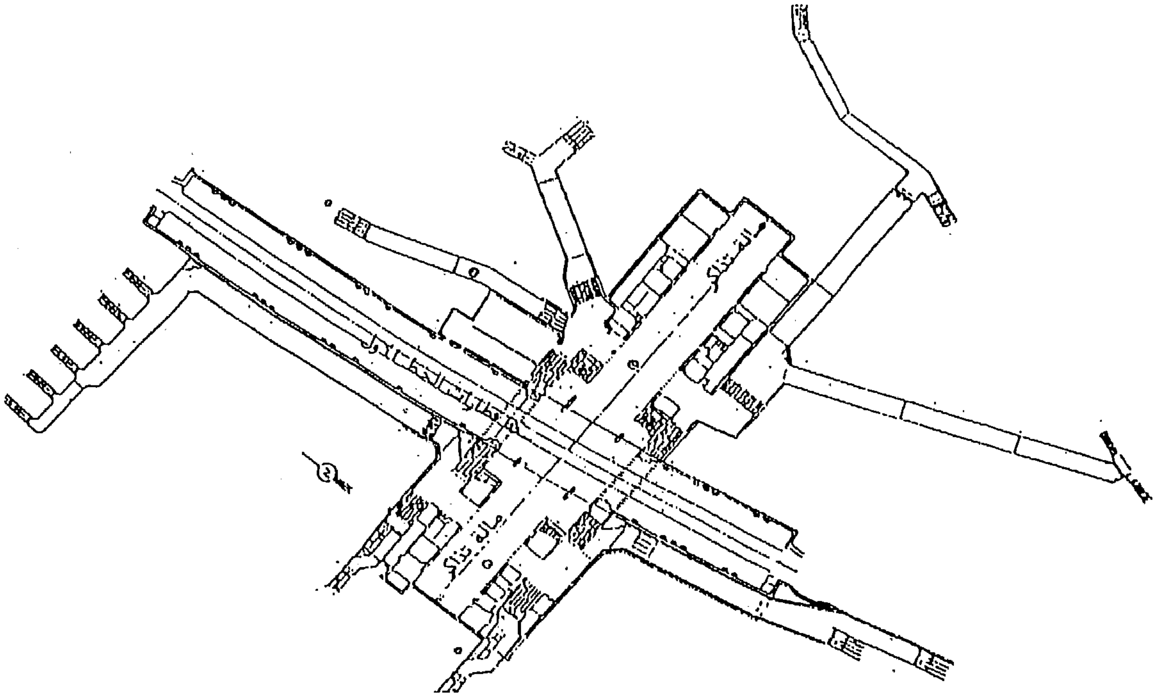
المصدر: الهيئة القومية للأنفاق



شكل (٦-٩)

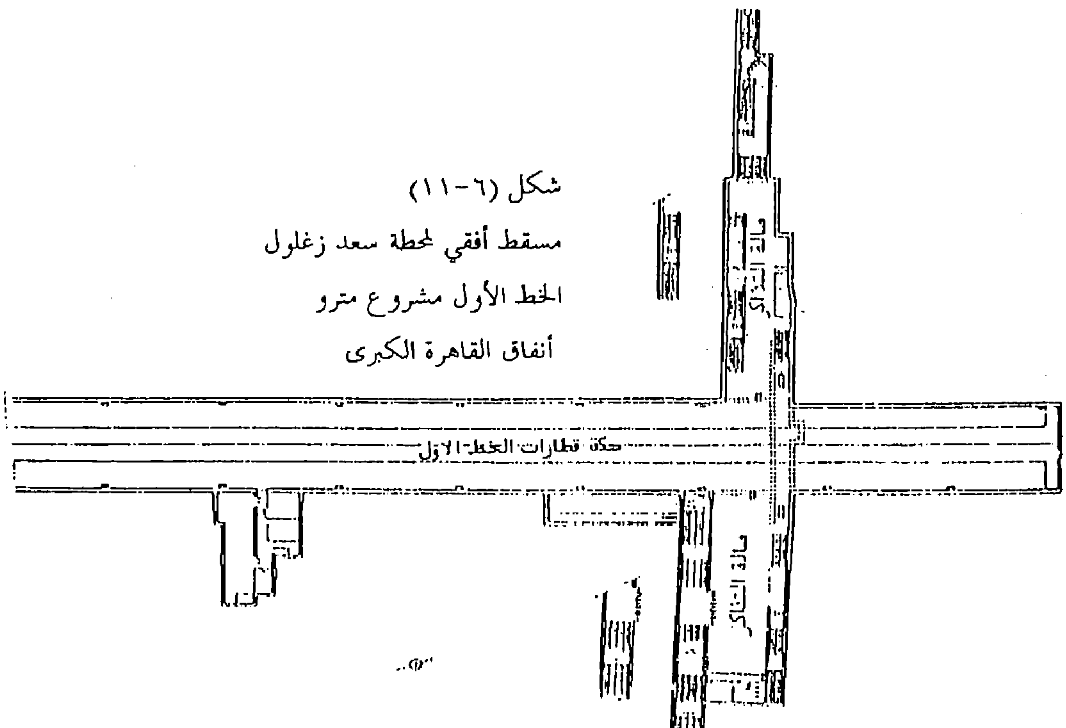
المسقط الأفقي لمحطة جمال عبد الناصر - الخط الأول -مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

المصدر: الهيئة القومية للأنفاق



شكل(٦-١٠)

المسقط الأفقي لمحطة السادات-الخط الأول-مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

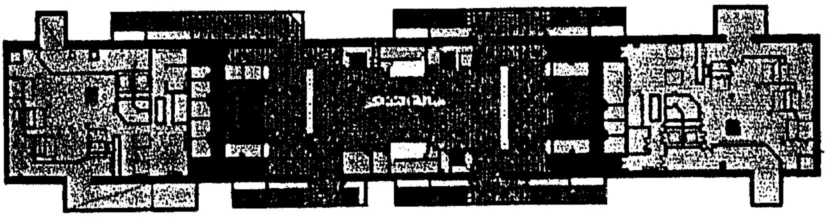


شكل (٦-١١)

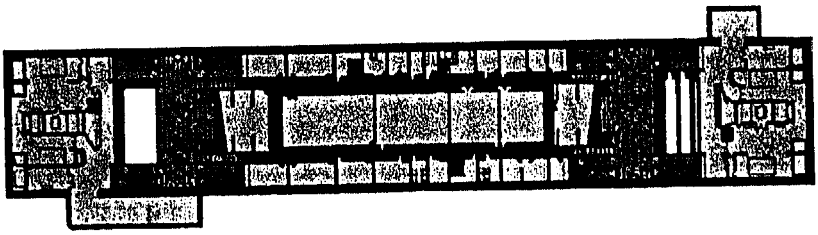
مسقط أفقي لمحطة سعد زغلول

الخط الأول مشروع مترو

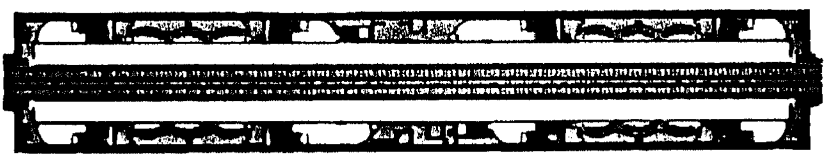
أنفاق القاهرة الكبرى



المسقط الأفقي لدور التذاكر



المسقط الأفقي لدور الغرف الفنية



المسقط الأفقي للرصيف

فراغات فنية

عناصر الاتصال الرأسي للجمهور

فراغات عامة مستخدمة بواسطة الركاب

ممرات تصل بين الفراغات الفنية

مكتب التذاكر

فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل (٦-١٢) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة الخلفاوي كمحطة نمطية للخط الثاني

الاتجـــاه الشمالي (محطة المظلات) على طابقين تحت الأرض: الطابق الأول وبه صالة التذاكر وبعض الغرف الفنية والطابق الثاني وهو أرصفة انتظار القطارات (شكل ٦-١٢).
ثم صممت المحطات التالية على ثلاثة طوابق. تتراوح مساحة الدور من ثلاث آلاف الى ٣,٥ ألف م٢ نظراً لوجود منسوب سكة القطار في مستوى عميق بما يقارب ١٧ م أسفل منسوب الشارع. وكان ترتيب الطوابق من أعلى الى أسفل كما في (شكل ٦-١٣):

١- منسوب صالة التذاكر: على منسوب ٥،٥ م تقريباً أسفل منسوب الطريق وبه صـــالة واســـعة تتوسط المسقط الأفقي تحتوي على شباكي بيع تذاكر وبعـــض المحلات التجارية لبيع الجرائد والمجلات والأدوات الكتابية وما شابه ذلك ثم يحتوي على صفي ماكينات التحكم في الدخول والخروج ثم مجموعـــتين مـــن السلالم المتحركة والثابتة تنقل الراكب الى الطابق التالي. ويحتوي أيضا منسوب صالة التذاكر بعض الغرف الخدمية الخاصة بعملية تكييف الهواء بحيث تصل هذه المنطقة بالهواء السطحي عن طريق فتحات صغيرة على سطح الأرض تساعد على تجديد هواء المحطة

٢- المنسوب المتوسط: يحتوي على مجموعتي سلالم متحركة وثابتة وفيه يحدد الراكب الاتجـــاه المناســـب له ويتعرف على طول الرحلة عن طريق العلامات الإرشـــادية. أما باقي مسطح الدور فهو عبارة عن غرف خدمية تختص بعملـــيات التشغيل وصيانة المعدات الكهربائية وإضاءة المحطة وأجهزة الانذار والإذاعة الداخلية .....الخ داخل المحطة

٣- منسوب الأرصفة: ويحتوي على رصيفي انتظار القطارات بطول ١٤٤ م يتوزع علـــيهما الســـلالم الثابتة والمتحركة بحيث يضمن توزيع الركاب بطول الرصـــيف وعدم تكدسهم في مكان واحد. ويعتمد عرض الرصيف على أحجـــام الركاب المنتظر إستخدامهم للمحطة حيث تم تقسيم المحطات في هـــذا الخـــط الى ثلاثة مستويات وسوف يتم تناول جزئية تحديد عروض الأرصفة في الباب التالي

وقد صممت عشر محطات (مظلات – الخلفاوي – سانت تريز – روض الفرج – مسرة – العتـــبة – محمد نجيب – الأوبرا – الدقي – البحوث) بهذا الأسلوب (تصميم نمطي) لتشابه ظروف الموقع والإنشاء مع وجود بعض الاختلافات التي طرأت على محطتي العتبة ومحمد نجيب نظراً لظروف الموقع. أما محطتي مبارك والسادات فقد تم إنشائهم مسبقاً على أنهما محطتان تبادليتان مع الخط الأول كما سبق التعرض لهما سابقاً.

٦-٥- المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

تعددت المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثاني. فلقد أثر على التصميم النهائي كل من موقع المحطات، وحجم المحطات، ونوع القطار، وأسلوب الإنشاء،

٦-٥-أ-موقع لمحطات

تم اختيار أماكن المحطات بحيث تحقق أعلى كفاءة على أساس أن أطول مسافة سير ٥٠٠ م[١] وما يزيد عن ذلك يقلل جاذبية المحطة للراكب ليصل سيراً على الأقدام الى المحطات بالإضافة الى بعض المعايير الأخرى[٢] مثل:

- سهولة اختراق المشاة للموقع (وضوح الموقع)
- وجود المساحة الكافية لإقامة المشروع
- التوافق مع متطلبات السكة التي تخدم المشروع (مسار-منسوب-.....الخ
- تأثير وجود المحطة على الشوارع والمباني المحيطة

وقد تم الاتفاق على إقامة المشروع تحت أرض "ملكية عامة" طرق عامة أو ميادين أو أرض مملوكة لجهاز تشغيل وصيانة المشروع، فكان يجب أن تكون
الملكية العامة التي تعلو المحطة تتسع لوجود المحطة بمداخلها وكل محتوياتها الفنية دون التداخل مع ملكيات خاصة. وقد أثرت هذه السياسة على شكل المسقط الأفقي لكثير من المحطات تحت الأرضية وهي الخمس محطات تحت الأرضية في الخط الأول مثلما أثرت على بعض محطات الخط الثاني وبالأخص "محطة محمد نجيب" حيث أثر ضيق شارع البستان على موقع وشكل المحطة النهائي حيث تم ترحيل المحطة الى ميدان أكثر سعة والوصول الى تصميم مختلف للمساقط الأفقية عن المحطة النمطية كما جاء في (جزئية ٥-٤-١)

٦-٥-٢- أحجام المحطات

وقد تم تحديد الأحجام المختلفة للمحطات حسب أحجام الركاب المنتظر استخدامهم للمحطات ويتم التنبؤ بأعداد الركاب عن طريق تحديد المؤثرات حول المحطات وهي:

- خطوط سكك حديدية التي تخدم منطقة المحطة، ونرى مثال لذلك محطة مبارك التي تقع بجوار محطة سكك حديد مصر.
- خطــوط الأتوبــيس أو المــيني باص التي تنتهي عند المحطة، ونرى مثال لذلك محطة مبارك والسادات والعتبة...الخ

---

(١) معيار تم تحديده استشاري دراسات النقل المصمم للخط الأول والثاني كما جاء في الدراسات الأولية:
1- Ministry of Transport, Greater Cairo Urban Metro – Description of the Project – M.Plans 1977
2- Ministry of Transport, Greater Cairo Metro Urban Line 2, Updating of Studies. Contract 21/M – First Report, Final Issue, Transport Planning – Civil Work.1989

٢- كما سبق

- تقـــاطع محـــاور مرورية هامة أو خطوط أوتوبيس هامة، نرى مثال لذلك في محطة مبارك-السادات-شبرا الخيمة-الدقي-جامعة القاهرة-ميدان الجيزة
- الكـــثافة السكانية بالإضافة الى حصر أعداد الرحلات الخاصة بالعمل، ونرى مثال لذلك في محطة الخلفاوي-(الخط الثاني) التي تتوسط شارع شبرا التي تتميز بالكثافة العالية في القاهرة الكبرى

وكـــلما اجـــتمع عدد أكثر من العوامل السابق ذكرها كلما زادت أعداد الركاب المنتظر اســـتخدامهم لـــلمحطات، وعليه يتحدد عروض الأرصفة التي تكون المساحة المطلوبة لانتظار تلك الأعـــداد المتوقعة من الركاب. وقد تم تقسيم المحطات الى ثلاث فئات يتم تدريجهم حسب احتياجات المحطات للفراغات الخدمية الخاصة بالتشغيل والفراغات العامة التي يشغلها الجمهور ومسطحات الحركة الأفقية والرأسية وعروض الأرصفة.

٦-٥-٣-نوع وطول القطار المستخدم

بينما تحدد عروض أرصفة انتظار القطارات بحساب أحجام الركاب كما ذكر أعلاه، فإن عدد عربات القطار وطولها يحددون طول هذه الأرصفة وهما يشكلان فراغ أرصفة انتظار القطارات

٦-٥-٤- أسلوب الإنشاء

أسلوب الإنشاء هو من أهم المؤثرات على التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية ويتم اختـــيار أسلوب الإنشاء بناءاً على جدول مفاضلة لاختيار أنسب أسلوب من حيث : ملاءمته لنوع التربة، الأقل تكلفة، الأسرع في التنفيذ، المتسبب في أقل المشاكل أثناء مراحل التنفيذ من تعطيل الطرق أو التأثير على المباني المحيطة بالمشروع أو التأثير على المرافق والمشاريع الأخرى.

تؤثر أساليب الإنشاء على شكل القطاع الرأسي والمسقط الأفقي للمحطة، فقد إستُخدم في الخط الأول أسلوب الحفر المكشوف في تنفيذ الجزء النفقي فنتج عنه نفق غير عميق، وقد تم اختيار هذا الأسلوب لقصر طول المسار تحت الأرضي مع مقارنته بالتكلفة المتوقعة إذا تم تنفيذه بالطرق الأخرى. بينما تم تنفيذ نفق الخط الثاني بماكينة الحفر العميق وهو أنسب أسلوب لنوع التربة وشكل النفق الأسطواني كامل الاستدارة هو الشكل الأكثر اقتصادية نظراً لطول المسار النفقي بالإضافة الى مساره تحت أكثر الشوارع أهمية وأكثر الشرايين المرورية حرجاً مثل (شارع شبرا-شارع الجمهورية-شارع التحرير...الخ).فنتج عن هذا الأسلوب في إنشاء النفق نفق أكثر عمقاً وبالتالي أرصفة انتظار

القطارات أكثر عمقاً كما أثر أسلوب التنفيذ لصندوق المحطة نفسها على شكل المسقط الأفقي حيث شـــكلت عـــلى هيئة مستطيل من الحوائط الخرسانية (أسلوب الحفر المكشوف) مما أملى على المصمم المعماري أن يوظف الفراغ داخل هذا الصندوق لتسكين كل الأنشطة الفنية.

٦-٥-٥- معايير الأمن وأمان المنشأ ومستخدميه

يلتزم المصمم المعماري بكل معايير الأمان وخاصة للفراغات العامة (المستخدمة بواسطة الجمهور) تحت الأرض فيجب التعامل مع كل فراغات المحطة بهدف سرعة تفريغ تلك الفراغات والمحطة بأكملها في وقت قصير جداً (محدد سابقاً ضمن معايير التصميم) ذلك من خلال مخارج المحطة المحدودة.
ويتم تهوية النفق وتكييف المحطات والمباني الملحقة عن طريق فراغات خاصة بالتهوية تصل المحطة بسطح الأرض (شكل ٦-١٢)

٦-٥-٦-تقنية التشغيل والمتطلبات الفنية

تتعدد تقنيات تشغيل هذا النوع من مشاريع السكك الحديدية على المستوى العالمي بحيث تختلف متطلبات الفراغات الخدمية اعتمادا على التقنية المستخدمة فتتشكل الفراغات الخدمية بناءا على المساحة والأحجام المطلوبة للقيام بالوظيفة الفنية والتشغيل العام للمشروع وهي غرف ماكينات ومعدات الإشارات والمحولات الكهربائية ومحطات الجهد العالي وفراغات معدة للصيانة السريعة للوحدات الكهربائية المستخدمة مثل السلالم المتحركة والمصاعد . . .الخ

٦ -٦ تقييم محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتم تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى بمقارنته بما تم تناوله من المعايير التصميمية والمعالجات المعمارية للعناصر الفراغية المكونة للمحطات تحت الأرض كما جاء في الفصل الرابع وكما هو موضح في جدول (٦-١) بالإضافة الى مقارنته بما تم عرضه في الفصل الخامس من أمثلة عالمية كما هو موضح في جدول (٦-٢) و (٦-٣). وسوف نلخص عملية التقييم بالثلاثة عناصر الرئيسية المكونة للمحطة وهي المداخل - صالة التذاكر - أرصفة انتظار القطارات

٦-٦-١ المداخل

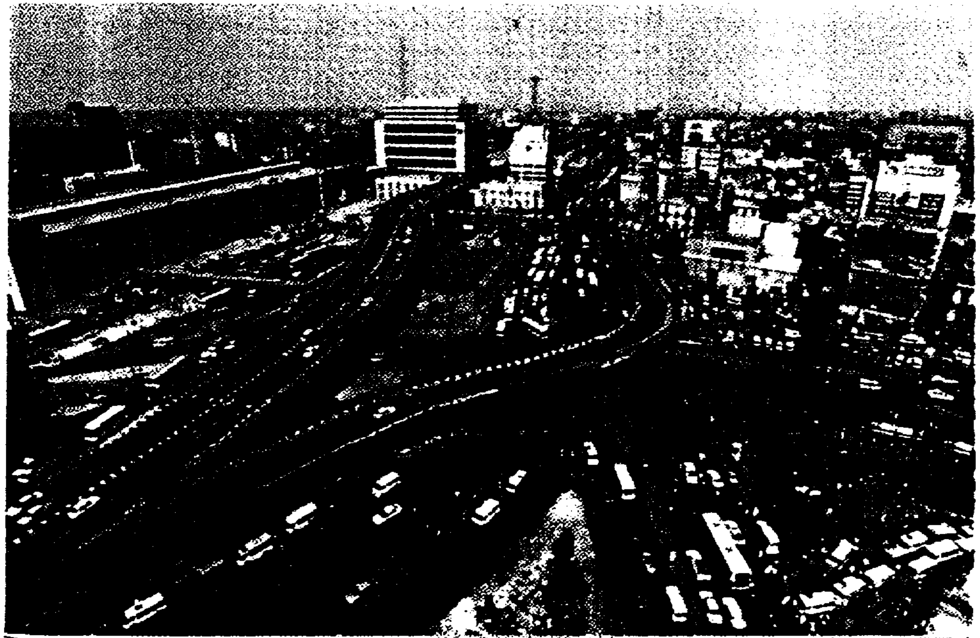
٦-٦-١-١-النمط التصميمي لمداخل المحطات

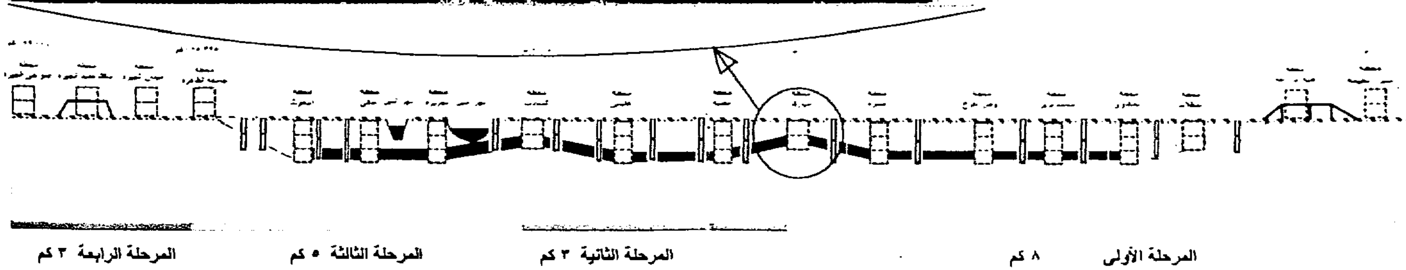
نظراً لطبيعة مدينة القاهرة الحضرية من كثافة بنائية وسكانية عالية وحيث أن المسار النفقي لخطي مترو أنفاق القاهرة الكبرى يمر في أكثر المناطق الحضرية تكدساً (شارع رمسيس - شارع شبرا - شـــارع الجمهوريـــة - ميدان التحرير - شارع التحرير - شارع السودان.....الخ) اختار المصمم

"النزول المباشر بسلالم"كنمط التصميمي لمداخل المحطة مما أدى الى ممرات تعتبر طويلة نسبياً للوصول الى صـــالة الـــتذاكر (أنظر جزئية ٤-٢-١-٢) مع وضع علامة مرئية تحمل رمز مصمم خاصة لهذا المشـــروع. يوضح شكل (٦- ١٤) موقع محطة محمد نجيب حيث يظهر ضيق شارع البستان الذي تم تنفيذ جسم المحطة فيه ويظهر أيضاً الكتلة البنائية المدمجة حول مداخل المحطة وضيق أرصفة المشاة المتاحة في هـــذه المنطقة. ويوضح شكل (٦-١٢) موقع محطة مبارك في ميدان رمسيس أكثر ميادين القاهرة ازدحاماً وكثافة الحركة المرورية العالية.

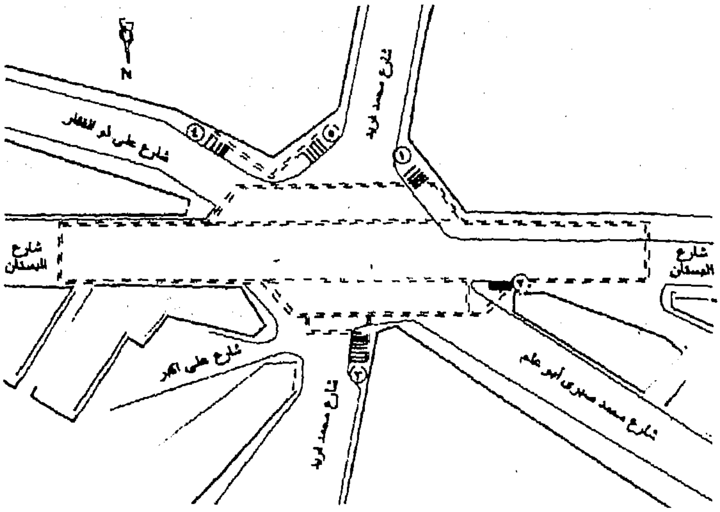
وعلى الرغم مما سبق إلا أنه تعتبر محطات العتبة والأوبرا والمظلات من المحطات القليلة التي تمتعت فيها المحطات بموقع أوسع وأفضل من حيث حرية تصميم المدخل في مستوى الشارع فتعلو محطة العتبة ومحطة الأوبرا حدائق عامة شكل (٦-١٥) وكان من الممكن أن يستغل المصمم الموقع في تصميم مداخل متميزة عن طريق دمج البيئة السطحية(الحديقة) داخل فناء مفتوح يؤدي الى صالة التذاكر أو رفع مستوى المدخل وصالة التذاكر جزئياً مثلما صممت "محطة بروباتريا – مترو كراكاس – فنزويلا"، أو خلـــق فراغ صالة لتذاكر بمثابة فناء مفتوح يدمج فيه المصمم سلالم المداخل مع عناصر طبيعية مثل الأشجار ونوافير المياه وغيرها من الحلول المعمارية التي تحسن من البيئة تحت الأرضية وخاصة الفراغات المعمارية التي يرتادها الركاب. كما يوجد متسع من المساحة في مستوى الشارع أعلى محطة المظلات حيـــث كان وقد اختار المصمم أن يكرر تصميم المدخل المباشر مع وضع بعض المباني الفنية المنفصلة (شكل ٦-١٦) في حين أنه كان من الممكن تصميم مدخل عن طريق مبنى سطحي واحد ذو تصميم معماري جذاب يحتوي داخله كل المباني الفنية وسلالم الدخول الى المحطة والمصاعد ....الخ كما جاء في جزئية (٤-٢)

شكل (٦-٣٤)
يوضح (الى الاسفل) قطاع تخطيطى للخط الثانى وطرق انشاء النفق (الى اعلى) موقع محطة مبارك

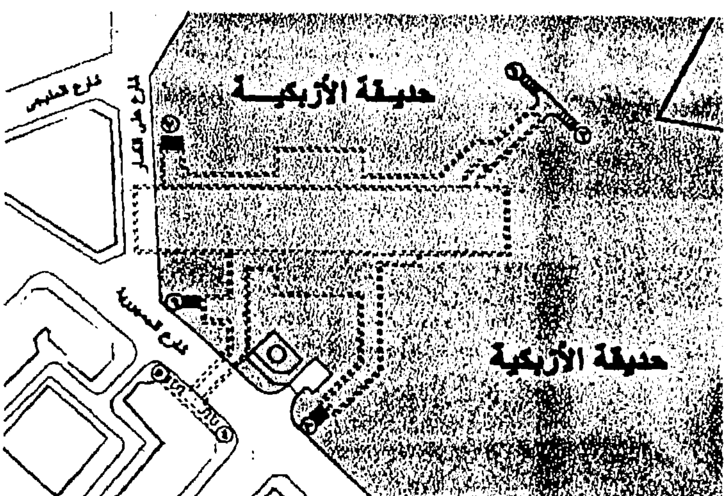




قطاع طولى لمسار الخط الثانى للمترو

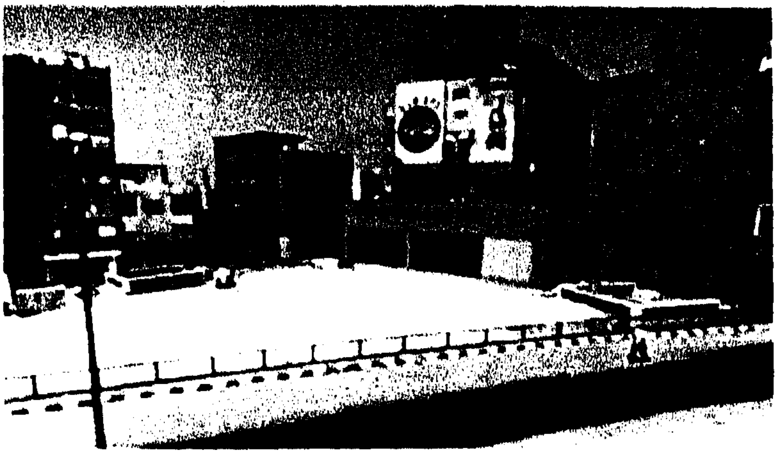


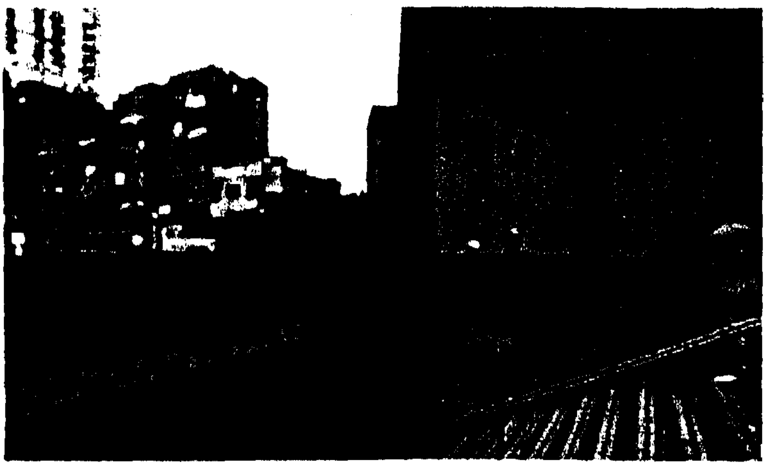
شكل (٦- ١٤) يوضح ضيق الموقع المتاح لمحطة محمد نجيب و كثافة الكتلة البنائية حول المداخل

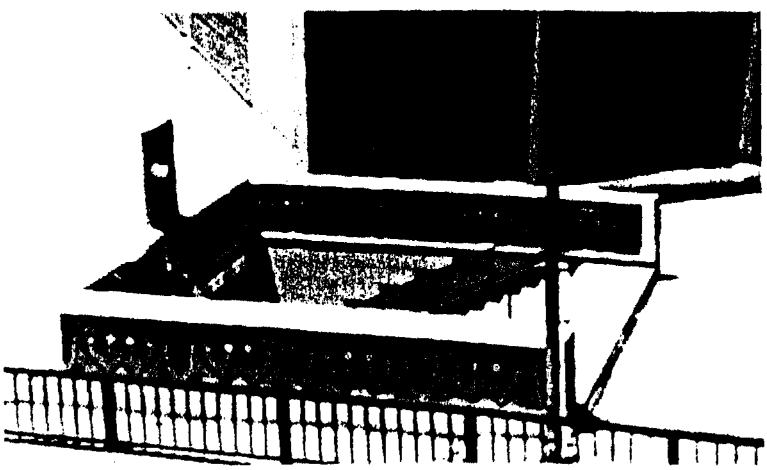


شكل(٦- ١٥) يوضح موقع محطة العتبة أسفل حديقة الازبكية

شكل (٦-١٦) يوضح عدة لقطات لاحد مداخل محطة المظلات حيث يتضح موقع المدخل بمساحة اوسع من غيره من مداخل المحطات الاخرى







جدول (٦-١) مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى -الخط الأول والخط الثاني- والمشروعات الأجنبية المعروضة في هذا البحث ويوضح أوجه الا[illegible]ق في كل عنصر من العناصر التصميمية للمحطات

المشروعات المعروضة / عناصر المقارنة	مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس – محطة ميجال أنطونيو	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن – محطة المتحف	مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الاميدا	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية	مشروع محطة روتردام بلاك هولندا	مشروع متر[illegible]	[illegible]ان بيلباو	مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي -فرنسا	مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى: الخط الأول	الخط الثاني
المداخل:										
النمط التصميمي	[illegible]	متضمنة داخل مبنى سطحي	سلالم مباشرة مغطاة بمظلة خفيفة	[illegible]	سلالم تحت منشأ معدني مفتوح	سلالم مباش[illegible] غطاء قشر[illegible]	[illegible]وها [illegible]اف	مدمجة داخل مبنى خفيف	[illegible]	[illegible]
بنقل من منسوب الطريق الى	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ميزانين يطل على فناء شبه مفتوح	[illegible]	[illegible]	[illegible]	أرصفة انتظار القطارات	[illegible]	[illegible]
موقعها في منسوب الشارع	[illegible]	[illegible]	داخل ساحة مفتوحة	في ساحة مفتوحة أمام مبنى ذو أهمية تاريخية	في ميدان فسيح مخصص للمشاة	[illegible]	[illegible]	المبنى السطحي داخل ساحة مفتوحة	[illegible]	[illegible]
صالة التذاكر أو ما يماثلها:										
موقعها	[illegible]	[illegible]	مستوى متوسط (ميزانين)	[illegible]	[illegible]	مستوى متو[illegible]	(ميزانين)	في المستوي السطح	[illegible]	[illegible]
وصفها	[illegible]	تنقسم الى منطقة حرة ومنطقة يدخلها فقط حاملي التذاكر بالإضافة الى اتصالها بمنطقة تجارية في نفس المنسوب	مستوى متوسط على أطراف المحطة يتوفر فراغ متوسط تعبر من خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموضح في جزئية (٤-٢-٢) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموضح في جزئية (٤-٢-٢) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	مستوى متو[illegible] معلقين من [illegible] في نهايتي ال[illegible]	(كوبريين [illegible] النفق	مستوى سطح الأرض حول فراغ متوسط تعبر من خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة	[illegible]	[illegible]
محتوياتها	سلالم المداخل- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	سلالم المداخل ومصاعد- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج- ممرات تؤدي الى المنطقة التجارية- مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	سلالم المداخل- مكتب بيع التذاكر- ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فنية- فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	منطقة مخصصة لوقوف أوتوبيس وتاكسي وانتظار سيارات- مستويين مخصصين كمناطق تجارية-مناطق فنية-سلالم ثابتة ومتحركة تنقل الى المستويات المختلفة	مسطحات حركة واسعة- فراغ مفتوح على كل من مستوى المداخل ومستوى الأرصفة	سلالم [illegible] مكتب بيع	مصاعد- [illegible]كر	سلالم المداخل ومصاعد- مكتب بيع التذاكر	[illegible]	[illegible]
أرصفة انتظار القطارات										
نوعها وأبعادها	رصيف مركزي بعرض ٧ وطول ١٢٦متر تقريباً (طول القطار)	[illegible]	رصيفين جانبين بعرض ٤متر ورصيف مركزي بعرض ٧تقريباً والأرصفة بطول ٦٣(طول القطار)	[illegible]	رصيفين مركزيين كل بعرض ٨ متر وبطول حوالي ١١٨ متر	[illegible]	[illegible]	رصيفين جانبيين	[illegible]	[illegible]

موقعها	[illegible] منسوب تحت سطح الأرض	أربع أرصفة في منسوبين أسفل بعضهما	[illegible] منسوب تحت سطح الأرض	رابع منسوب تحت سطح الأرض	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	يحتل كل فراغ النفق البيضاوي	أول مستوى أسفل سطح الأرض	في نفس منسوب صالة التذاكر أي أول منسوب تحت سطح الأرض	ثالث منسوب تحت سطح الأرض
كيفية ارتباطها بالعناصر الأخرى	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط كل مستوى بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وكذا يتصل مستويي الأرصفة ببعضهما بسلالم وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط بمستوى انتقالي على هيئة شرفة تربط الأرصفة مع المستوى الأعلى بصرياً وذلك عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة	ترتبط بالصالتين أعلاها عن طريق السلالم الثابتة والمتحركة بالإضافة الى فراغ مفتوح بين المستويين يحقق الربط البصري	ترتبط بصالة التذاكر (كوبري معلق) عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من والى الأرصفة، وتتصل بصرياً بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية يتوسط المحطة	ترتبط مباشرة بصالة التذاكر حيث أنها في نفس المنسوب ويفصل بينهما [illegible] ماكينات التحكم في الدخول والخروج	منفصلة تماماً عن صالة التذاكر ولكن يتصل بمنسوب [illegible] عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة
الغرف الفنية									
موقعها في المحطة	بعضها في منسوب صالة التذاكر والأخرى في منسوب الأرصفة	موزعة في منسوب صالة التذاكر وفي منسوب الأرصفة	لم يرد ذكر وجود أية غرف فنية في المراجع المتوفرة	موزعة في منسوبي المحلات التجارية وفي منسوب الأرصفة	موزعة في المنسوب العلوي الانتقالي الى الأرصفة وفي منسوب الأرصفة	توجد بعض الغرف الفنية في بعض المحطات (حسب الاحتياج إليها وليس كلها		موزعة داخل صالة التذاكر وعلى الأرصفة حسب المساحة المتاحة	موزعة في منسوب صالة التذاكر وفي المنسوب المتوسط المخصص للغرف الفنية

من هذا الجدول يتضح أن التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية لمشروع مترو أنفاق ا ة الكبرى — الخط الأول أو الخط الثاني –

١ - يتشابه الى حد كبير مع المحطات تحت الأرضية النمطية لمشروع شبكة خطوط مترو كرا ـ (محطة ميجال أنطونيو كمثال)

٢ - اشتركت الفكرة التصميمية لبعض العناصر مع مثيلاتها في الأمثلة العالمية كما هو موضـ ظليل هذه العناصر

٣ - اختلف مع بعض الأمثلة لاختلاف هدف إنشاء المحطة (محطة ترام استراسبورج) أو لاخا ـ ظروف إستثناء المحطة وتكنولوجيا تنفيذ النظام (محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي)

جدول (٦-٢) مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى –الخط الأول والخط الثاني– والمشروعات الأجنبية المعروضة في هذا البحث بوضح العناصر الأساسية المكونة للفراغ والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجة الفراغات الرئيسية حطات

المشروعات المعروضة ▼		العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض											المعالجات المعمارية المفضلة لمعالجة فراغات المحطات تح						رض			
		المداخل					صالة التذاكر				أرصفة انتظار القطارات											
		أفقية	مباشرة	عبر قناة سفلي	تحت منشأ مفتوح	عن طريق مبنى سطحي	مكتب بيع التذاكر	ناظر المحطة-أمن..الخ	مناطق تجارية	خط ماكينات الدخول والخروج	رصيفين جانبين	رصيف مركزي	استخدام فناء سماوي مفتوح داخل الفراغ تحت الأرض	استخدام النوافذ الداخلية	تصميم مناطق ذات شخصية مميزة داخل الفراغ الرئيسي	تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يتمتع بشئ من التعقيد	تصميم بيئة دافئة زاهية ورجية	استخدام الخط والشكل النمطي أو الزخرفي		استخدام اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية	نظام للعلامات الإرشادية والخرائط	توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يماثلها في تصميم الفراغ
مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى	الخط الأول		■				■	■		■	■						■	■	■		■	
	الخط الثاني		■				■	■		■	■						■	■			■	
مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس			■				■	■		■		■			■		معلومات غير متوفرة				■	
مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن					■		■	■	■	■	■				■	■	معلومات غير متوفرة					
مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الامبلا			■				■	■		■	■	■			■		■				■	■
مشروع محطة ترام ستراسبورج التحت أرضية			■	■			معلومات غير متوفرة		■	■	■		■	■	■	■	معلومات غير متوفرة				■	■
مشروع محطة روتردام بلاك					■		معلومات غير متوفرة			■		■			■		معلومات غير متوفرة				■	■
مشروع مترو أنفاق بيلباو			■				معلومات غير متوفرة			■	■				■						■	
مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي –فرنسا					■		■	معلومات غير متوفرة			■		■		■	■	■	■	■		■	■

شكل (٦-٣) مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمثلة العالمية و مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى (مشروع محلي)

المشروع	العناصر المكونة للمحطة						
	مداخل	صالة التذاكر		أرصفة انتظار قطارات			أنشطة أخرى
		مسطحات الحركة	فراغات فنية	انتظار القطارات	فراغات فنية	سكة حديد	
مترو كراكاس -فنزويلا محطة ميجال أنطونيو	%٨,٥	%١٨,٨	%٢٠,٨	%٢٤,٩	%١,٦	%٢٥,٤	------
مترو مليورن-أستراليا محطة المتحف	%٤,٨	%٣٦,٩	%٠,٧	%٣٠,٨	------	%١٨,٧	إداري ٨,١
محطة مترو ألاميدا-كاليفورنيا-الولايات المتحدة الأمريكية	%٤,٨	%٣٦,٦	%١٤,٦	%١٨,٥	------	%٢٥,٥	------
محطة ستراسبورج	%٦,٧	%٢٠,٢	%١٢,٥	%٧,١	%٠,٥	%٤,٢	%٢٤,٩ جراج / %٢٣,٩ تجاري
محطة روتردام بلاك-هولندا	%٧,٧	%٢٥,٤	%٥,٢	%٣٢,٩	%٢,١	%٢٦,٧	------
مترو بيلباو-باسك-أسبانيا المحطة النمطية	لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستنباط قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة						
محطة فينيسيو باريللي-ليون-باريس	لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستنباط قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة.						
المتوسط	٦,٥	٢٧,٦	١٠,٨	٢٦,٨	٠,٨	٢٤,١	١١,٤
الانحراف المعياري	١,٦٧	٨,٧٢	٧,٩١	٦,٧٤	٠,٩٦	٣,٦٣	
محطة مبارك (محطة تبادلية)	%٢٠,٣	%٣٢,٣	%٩,٧	%٢٤,٨	------	%١٢,٩	مهمل
محطة سعد زغلول (الخط الأول)	%٨,٦	%١٣,٣	%٧,٧	%٣٩,٤	%٥,١	%٢٥,٩	
محطة الخلفاوي (محطة نمطية من الخط الثاني)	%٣,٩	%٢٤,١	%٤٠,٥	%١٨,١	%٤,٥	%٩	
محطة محمد نجيب (الخط الثاني)	%٤,١	%٢٧,٥	%٣٦,٩	%	%	%١٠,٢	
المتوسط	٩,٢٣	٢٤,٣	٢٣,٧	٢٤,٦٥	٣,٧٧	١٠,٤٢	
الانحراف المعياري لمتوسطات المشاريع العالمية والمشروع المحلي	١,٧٩	٢,٣٣	٩,١٢	١,٥٢	٢,١	٩,٦٧	

زادت قيمة نسبة مساحة المداخل بالنسبة للمساحة الكلية لمحطة رمسيس عن متوسط نسبة مساحة المداخل للأمثلة العالمية أو بمقارنتها بالمحطات الثلاثة في الخط الأول والثاني وقد يرجع السبب إلى أن ظروف الموقع أملت على المصمم أن يمد طرقات طويلة تصل بين السلالم الموزعة في جميع أجزاء ميدان رمسيس وجسم المحطة وقد أثرت قيمة نسبة المداخل لمحطة رمسيس العالية على زيادة متوسط نسبة مساحة المداخل لمحطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى (٩,٢٣%) لذا كان من المنطقي استبعاد قيمة محطة رمسيس وحساب متوسط نسبة مساحة المداخل من قيم الثلاث محطات الأخرى الذى أعطى (٥,٥٣%) وهي قيمة قريبة من متوسط نسبة مساحة المداخل المستنبطة من الأمثلة العالمية.

٦-٦-٢-٣ لا توجد معايير تصميمية خاصة بالمسطحات اللازمة للفراغات الخاصة بغرفة الناظر – الأمن....الخ ولم تتفق المشاريع المعروضة في هذا البحث ولا غيرها في تعيين محدد تصميمي عند تناول هذه الفراغات ولكنها تعتمد بالأكثر على أسلوب تشغيل المشروع نفسه (القطارات – زمن التقاطر – زمن الرحلة – نوع الرحلة – تقنية مراقبة ومتابعة التشغيل – التحكم في حركة الركاب داخل المحطة...... الخ)

٦-٦-٢-٤ خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج

قد اشتركت المشروعات المعروضة في الفصل الخامس في وضع ماكينات التحكم في الدخول والخروج في منسوب مختلف عن منسوب أرصفة انتظار القطارات [وهو منسوب متوسط بين منسوب الشارع ومنسوب أرصفة الأنتظار] كما هو واضح في الأشكال ٥-١، ٥-١١، ٥-١٥ وهو الحل الأنسب لمكان "خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج" وذلك كما جاء في الفقرة ٤-٢-٢ وهو ما اتبعه مصمم الخط الثاني حيث كانت الماكينات في منسوب صالة التذاكر بينما كانت الماكينات في الخط الأول في صالة التذاكر وهي نفس منسوب الأرصفة وهو ما أملاه ظروف موقع المحطة ومنسوب السكك الحديدية

٦-٦-٢-٥ المعالجات المعمارية

لم يستخدم المصمم أياً من المعالجات المعمارية المعروضة (في الفصل الرابع) المتعلقة بتشكيل الفراغ مثل استخدام الفناء السماوي المفتوح واستخدام النوافذ المفتوحة لمداخل أو تصميم مناطق ذات شخصية مميزة أو تشكيل الفراغ بحيث يتمتع بشيء من التعقيد وتوظيف الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ، وهذا أدى الى تشابه التصميم الفراغي لكل المحطات ماعدا بعض الاختلافات الطفيفة وهذا ما ظهر واضحاً في محطات الخط الثاني مما يؤدي بدوره الى زيادة إحساس الركاب بفقدان التوجيه. اكتفى المصمم باستخدام عناصر اللون والخط والشكل النمطي واللوحات الإرشادية في تصميم وتمييز الفراغات المكونة للمحطة.

وكما ذكر قبلاً أن استخدام العناصر والأشكال النمطية والزخرفية والملمس ثم الألوان لها ثقل في تمييز المكان في عقول الركاب وسرعة التعرف الراكب على المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار، وتحت هذا الدور الرئيسي تم تصميم الخط الأول والثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى من خلال فلسفتين مختلفتين.

فقد تم تصميم العناصر الفنية والزخرفية للمحطات تحت الأرضية في الخط الأول[١] كوحدة واحدة عن طريق توحيد مواد التشطيب وألوانها وهي السيراميك باللون العاجي مع استخدام الوحدات الزخرفية

(١) ذكرت فلسفة اختيار وتصميم الأعمال الخدارية بالخط الأول في تقرير قدمه استشاري الهيئة القومية للأنفاق تحت عنوان:
Presentation of the decoration project of the five underground stations – Greater Cairo Regional Metro Consultant Sofretu/ Arab Consulting Engineers

٦-٦-١-٢-مساحة المداخل

يوضح جدول ٦-٣ نسبة مساحة كل عنصر من العناصر الفراغية المكونة للمحطة فكان متوسط قيمة "نسبة مساحة المداخل الى المساحة الكلية للمحطة ٦,٥ % للأمثلة الأجنبية بينما تباينت قيم نسبة مساحة المداخل في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث كانت في محطة رمسيس ٢٠,٣ % ومحطة سعد زغلول ٨,٦% ومحطة الخلفاوي كمحطة نمطية للخط الثاني ٣,٩% ومحطة عابدين ٤,١% بمتوسط ٩,٢% . لذا فقد استبعدت قيمة نسبة المداخل في محطة رمسيس لبعدها عن ناتج متوسط مساحة المداخل في الأمثلة الأجنبية أو المثال المحلي (الخط الأول والثاني) نظراً لظروف موقعها فكان متوسط القيمة ٥,٥ % وهي قريبة من القيمة الأجنبية.

٦-٦-٢- صالة التذاكر

٦-٦-٢-١ تم تصميم صالة التذاكر في الخط الأول في جزئين منفصلين يربط بينهما ممرات تمر أسفل أو أعلى السكك الحديدية للقطارات (أنظر جزئية ٦-٣)، واقتصرت صالة التذاكر على شباك بيع التذاكر – غرفة ناظر المحطة وبعض الغرف الخدمية الضرورية جداً، ثم في نهاية الصالة خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج. خلت صالة التذاكر من مناطق تجارية أو كافيتريات لخدمة أغراض الركاب أثناء قيامهم برحلاتهم ألا مساحات صغيرة نسبياً لبيع الصحف اليومية في أكبر محطتين وهما مبارك والسادات على الرغم من وجود إمكانية لإضافة هذا الجزء التجاري في معظم صالات التذاكر بالمحطات تحت الأرضية الخمسة.

٦-٦-٢-٢ صممت صالة التذاكر في الخط الثاني على أن تحتل أكثر من نصف مسطح الدور الأول أسفل منسوب الشارع (قد يصل الى ثلثي المسطح) واقتصرت أيضاً صالة التذاكر على مكاتب بيع التذاكر – غرفة ناظر المحطة – بعض الغرف الخدمية (شكل ٦-١٣) وسلالم للانتقال الى المستوى الثاني ثم الى أرصفة انتظار القطارات. ويعتبر المستوى الثاني كمستوى انتقالي يحدد فيه الراكب اتجاهه والى أي رصيف يتجه. لذا سوف تضاف مسطحات الحركة في هذا المستوى الى مسطحات الحركة في صالة التذاكر على أنه امتداد طبيعي لرحلة الراكب منذ دخوله صالة التذاكر حتى وصوله لأرصفة انتظار القطارات.

وعلى الرغم من تخصيص مسطحات اكبر مما في الخط الأول للنشاط التجاري (اقتصرت على مكتبات لبيع الصحف والأدوات الكتابية) إلا أن المكان المخصص لم يكن مدروساً بحيث يلقى إقبالاً من المستأجرين لذا لم تستغل هذه المساحات (التي تعتبر صغيرة بالمقارنة مع مسطح صالة التذاكر) حتى الآن. لم يتجه نظر مالك المشروع الى استخدام المسطحات الزائدة في صالات التذاكر في أن تدر عائد مادي سنوي نظير تأجير تلك المسطحات لأغراض تجارية

كأعمال جدارية والاحتفاظ بتفرد كل محطة على حدا . وقد قام المصمم بالتعبير عن وظيفة المحطات والــروح السائدة وهي الحركة والديناميكية سواء للقطارات أو الركاب ثم تمييز المناطق الرئيسية عن طريق التنويع في إيقاع استخدام الوحدات الزخرفية المميزة للمحطة، حيث أكد المصمم على اختلاف العناصــر الرئيســية الثلاثة المكونة للمحطة وهي المداخل والتي تعتبر صورة المحطة فوق سطح الأرض وعليه يجب أن تعكس ما بداخل المحطة. بالإضافة الى كونها علامات مميزة (Land Mark) للمشاة على سطح الأرض، ثم الممرات وهي عنصر النقل ما بين سطح الأرض وقلب المشروع (صالة التذاكر) و التي تتمتع بنسبة الطول :العرض غير مألوفة لذا قد يشعر الراكب أثناء الحركة فيها بالملل أو الخوف نظراً لطولها وعدم رؤية الهدف في النهاية نظراً لتعرجها بناءاً على ظروف الموقع (كما هو الحال في

محطات السادات ومبارك) لذا جاءت الأعمال الفنية الجدارية توحي بالحركة الديناميكية وتعتمد على إيقاع يزيد كلما اقترب الراكب من الهدف فيتفاعل الراكب مع المكان ويتخلى عن شعوره بالخوف أو الضيق. أما في صالة التذاكر فتم تمييز العنصر الأكثر أهمية للراكب وهو شباك بيع التذاكر عن طريق تمييز لونه. ثم أرصفة انتظار القطارات وهي بأبعاد ٢٠٠ م طول و١٧-١٩ م عرض و٦ م ارتفاع تعد بمــثابة نقطة اتصال بين الراكب وهدفه سواء كان هدفه هو ركوب القطار أو النزول من القطار الى موقع محدد فوق سطح الأرض (الهدف الأساسي للرحلة) أي أن الأرصفة بالنسبة لراكب القطار هي أداة التنبيه الأساسية التي تعلن أن هذه هي المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار وذلك عن طريق تمييز التصــميم النمطي والزخرفي للحوائط بالإضافة الى العلامات الإرشادية. لكل عنصر مما سبق مقياس خــاص بــه ووظيفة توحي بروح المكان سواء الحركة (الديناميكية) أو السكون (الاستاتيكية) لذا اختلفت معالجة كل عنصر على حدا من حيث شكل العمل الزخرفي الجداري من حيث إيقاع تكراره أو مقدار التفاصيل المطلوبة به .وقد اختار المصمم لكل محطة من الخمس محطات تحت الأرضية الشكل الزخرفي مستوحى من المنطقة المحيطة أو من اسم المحطة مع تمييز اللون. فعلى سبيل المثال اختار المصمم لمحطة مبارك النجمة الإسلامية مع اختيار اللون الأزرق نظراً لوجودها بجوار محطة سكك حديد مصر (شكل ٦-١٧) التي تعتمد على النجمة الإسلامية في زخارفها بالإضافة الى استخدام اللون الأزرق ف واجهاتهــا، أما محطة السادات وهي المحطة الأكثر تمييزاً عن باقي الأربع محطات الأخرى فقد أعطاها المصمم أهمية خاصة نظراً لموقعها بجوار أكبر متحف في مصر وهو متحف الفن المصري القديم. استغل المصــمم المحطــة لعرض بعض القطع النحتية المقلدة لقطع أصلية تعرض في المتحف، وقد استخدم في التشطيب حجر الرخام الطبيعي خلاف باقي المحطات التي استخدم فيها السيراميك ولكن تقريباً نفس اللــون السائد بالإضافة إلى تجريد لبعض الصور لشخصيات مصرية قديمة مثل نفرتيتي ورأس أبو الهول

الجنوبي كما في شكل (٦-١٩) تم إخفاء مواسير توزيع الهواء خلفها وحافظ المصمم على إيقاع توزيع هذا الحائط البارز قليلاً بطول الرصيف.

ويوضح شكل (٦-٢٠) استخدام الوحدات الزخرفية النمطية في معالجة الحوائط بطول أرصفة انتظار القطارات في محطتي عرابي وسعد زغلول.

أمـــا في محطات الخط الثاني[1] فقد اختار المصمم أن يحقق الوحدة فى محطات الخط ككل عن طريق استخدام لون ثابت لحوائط الأرصفة في كل منطقة فاستخدم اللون الأزرق الفاتح للجزء الشمالى من الخـــط (شبرا الخيمة – رمسيس) واللون الأصفر الفاتح للجزء الجنوبى (الأوبرا – ضواحى الجيزة) واللـــون الأخضر (مزج الأزرق مع الأصفر) فى المنطقة الوسطى (محطة مبارك – أنور السادات) ، يتخلل هذه الألوان

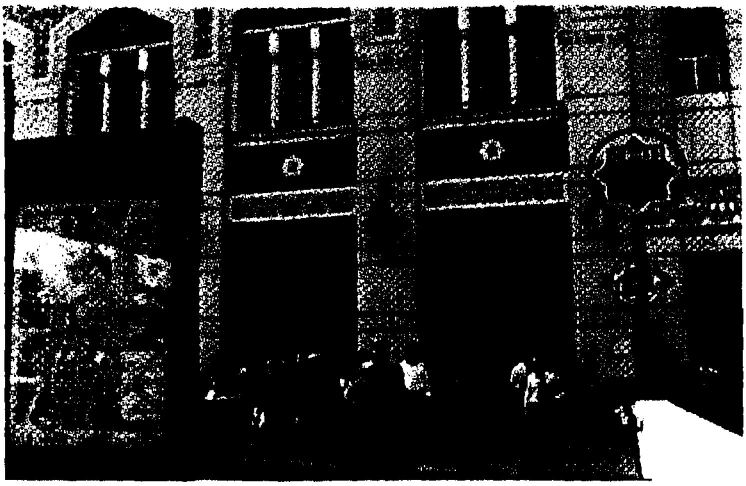
شـــريط بارتفاع ٦٠ سم بلون آخر فاستخدم اللون الأصفر للمنطقة الشمالية (شبرا الخيمة – أنور الســـادات) واللـــون الأزرق للمنطقة الجنوبية أي معكوس الألوان المستخدمة فى الحوائط ، وقد تم اختـــيار الألـــوان بناءً على دلالات خاصة بالمنطقة التي يمر بها الخط وتتخلل الحوائط لوحات جدارية مسطحة عبارة عن أشكال تجريدية (تصميم مختلف لكل محطة) تدل على تاريخ المنطقة المحيطة بالمحطة وذلـــك فى صـــالة التذاكر والأرصفة والسلالم المؤدية لصالة التذاكر، وبذلك تتميز كل محطة لراكب القطـــار أثـــناء المرور عليها، مع توحيد التفاصيل الأخرى مثل المقاعد – وحدات الإضاءة – شكل واجهـــة شباك التذاكر ...... الخ واختيار لون ثابت للعناصر السابقة لكل محطة وهذا اللون الثابت يكـــون نـــابع من العمل الجدارى الخاص بالمحطة فعلى سبيل المثال فى محطة الخلفاوى اللون المميز هو الأحمر (لون المقاعد – وحدات الإضاءة – شبابيك التذاكر ...... الخ).

٦-٦-٢-٦ مقاييس فراغ صالة التذاكر

لم يعـــتمد الاستشـــاري المصمم للخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى على مقياس محدد في تصميمه لفراغ صالة التذاكر ولكن كان المحدد التصميمي في المحطات تحت الأرضية هو أسلوب إنشاء صندوق المحطة تحت الأرض بالإضافة الى ظروف الموقع أعلى المحطة (ظروف الشارع المار به المحطة وظروف توقيع المداخل والمخارج في الشارع) كما جاء في جزئية ٦-٥-١ وهذا انعكس بالســـلب على عملية التصميم المعماري. وبالأخص في محطات الخط الثاني (شكل ٦-١٣) سواء في منسوب صالة التذاكر أو المنسوب التالي (المتوسط) حيث تولدت مساحة كبيرة . فكانت نسبة الغرف الخدمية في صالة التذاكر

---

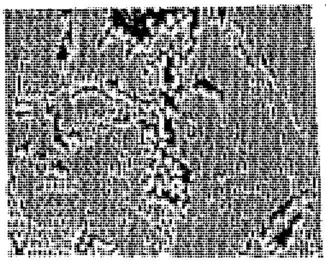
(١) أبو المجد، محمد محمود ، *عمارة المحطات النفقية بشبكات مترو الأنفاق – حالة دراسية –مترو أنفاق القاهرة الكبرى*. في مجلة بحوث العمارة والتخطيط قسم الهندسة المعمارية شعبة العمارة كلية الهندسة – جامعة الأزهر ١٩٩٨

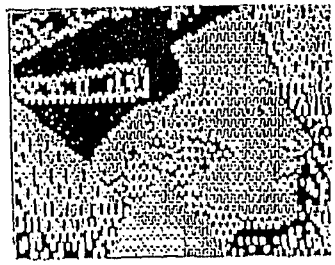


شكل (٦-١٧)
(أ) يوضح جزء من واجهات محطة مصر المجاورة لمحطة مبارك تحت الارضية



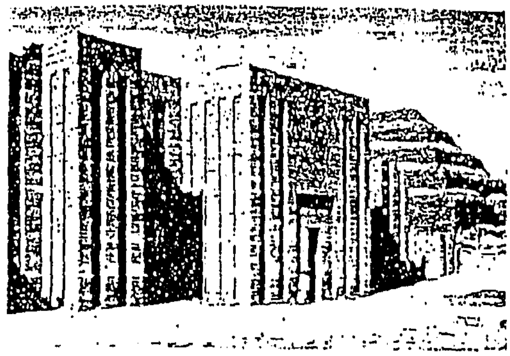
(ب) يوضح الشكل النمطى الزخرفى الزخارف الموجودة فى فى تصميم واجهات المستخدم فى الاعمال الجدارية لمحطة مبارك والمستوحى من محطة مصر

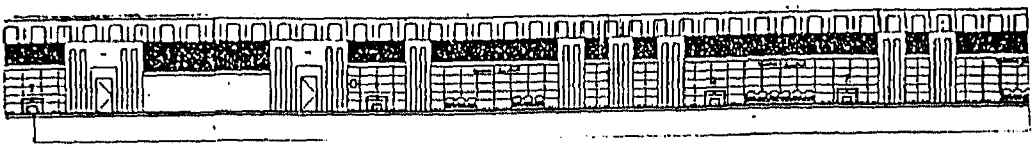




شكل (٦-١٨) يوضح صور لرأس نفرتيتي وأبي الهول المنفذين بالسيراميك مقاس ٣ X٩ سم

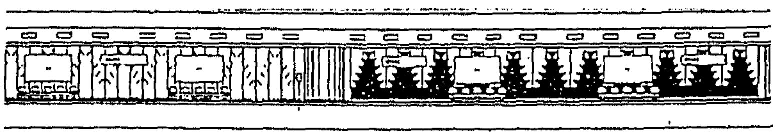
المصدر:الهيئة القومية للأنفاق

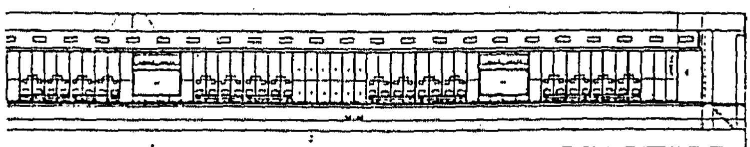




شكل (٦-١٩) يوضح التصميم الجداري لأرصفة انتظار القطارات لمحطة السادات المستوحاة من أعمال جدارية فرعونية (حائط سقارة)

المصدر:الهيئة القومية للأنفاق





شكل (٦-٢٠) يوضح استخدام الوحدات الزخرفية النمطية في معالجة الحوائط بطول أرصفة انتظار القطارات لمحطتي عرابي وسعد زغلول

المصدر:الهيئة القومية للأنفاق

٧،٧%لمحطـــة ســـعد زغلول أو ٩،٧% لمحطة مبارك من المساحة الكلية للمحطة. وكانت نسبة مساحة مسطحات حركة الركاب ٣٢،٣ % في محطة رمسيس و١٣،٣% من المســـاحة الكلية في محطة سعد زغلول. أما في الخط الثاني كانت نسبة مسطحات الحركة في صالة التذاكر

بالإضـــافة الى المســـتوى المتوسط ٢٤% و٢٧،٥% في المحطة النمطية ومحطة محمد نجيب بالترتيب وكانت نسبة مسطحات الفراغات الفنية ٤٠،٠٥%و٣٦،٩% في كلا المحطتين وبمقارنة القيم السابق ذكرها بمتوسط نسبة مسطحات الحركة للأمثلة العالمية (٢٧،٦%) نجد أن القيم متقاربة الى حد كبير ولكن بمقارنة نسبة مسطحات الغرف الخدمية نجد تباين واضح في محطات الخط الثاني مما يعطي مؤشر لوجود مساحات زائدة ناتجة عن الالتزام بشكل المسقط الأفقـــي (مستطيل طوله هو طول القطار وعرض أرصفة انتظار القطارات بالإضافة الى عرض السكك الحديدية) بعمق المحطة الكاملة.

٦-٦-٣- أرصفة انتظار القطارات

٦-٦-٣-١-طول الرصيف

يرتبط طول الرصيف بطول القطار المستخدم في المشروع ،و يجب أن يكون طول الرصـــيف[1] أطـــول مـــن طول القطار بمقدار ١٢ متر كما جاء في British Railway Platform Construction Guide ولكن ما تم احتسابه في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى هو طول القطار مضافاً اليه ٢٠ متر في حالة الخط الأول و٦ أمتار في حالة الخط الثاني غير معتمداً على معايير محددة

٦-٦-٣-٢- عرض الرصيف

كما جاء في نفس المرجع السابق: عادة ما يحتسب ١ متر مربع لكل فرد في منطقة الانتظار أما في حالة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى فقد حسب الاستشاري المصمم عروض الأرصفة على أساس حسابي آخر وهو:

- تحديد عدد الركاب المنتظر استخدامهم للمحطة (داخلين وخارجين)
- ثم تقسيم المحطات الى ثلاث فئات حسب عدد الركاب المنتظر دخولهم وخروجهم من المحطات
- إحتساب عرض الرصيف على أساس أنه يتكون من عدة شرائح طولية (بطول الرصيف) مثل:

* شريحة مخصصة للأجهزة والمعدات الثابتة والكراسي وغيرها تقدر بـــ ٨٠ سم بطول الرصيف
* شريحة أمان على حدود حافة الرصيف = ٥٠ سم بطول الرصيف
* شـــريحة انـــتظار يحتلها ثلثي عدد الركاب الداخلين المحطة خلال دقيقتين ونصف وهو زمن التقاطر (على افتراض أن ثلثي الركاب الداخلين المحطة يتجهون الى رصيف واحد) بمعدل ١/٢ متر مربع لكل راكب أي:

---

(1) Edwards, B. *Perspectives on Stations Architecture* In The modern Station. New Approaches to Railway Architecture, E&FN Spon. London UK P.98, 1997

عدد الركاب المنتظرين خلال فترة "زمن التقاطر" (مابين وصول قطارين متتابعين)/طول الرصيف مستقطع منه مسافة أمام أبواب القطار (حيث يكون من المتوقع عدم أنتظار الركاب أمام أبواب القطار/٠,٥ متر لكل راكب

- شــريحة الحركة للركاب النازلين من القطار الواصل توه الى الرصيف في طريقهم للخروج بمعدل ١٠٠ شخص / متر من عرض الممر أو الشريحة مع الأخذ في الاعتبار عدد المخارج من الرصيف الى الفراغ التالي بحيث يكون:

  عدد الركاب النازلين من القطار /عدد المداخل/١٠٠

وقد تم ترجمة هذا الأسلوب في الحساب الى ثلاث فئات من المحطات:

الفـئة الأولى: يدخلها ويخرج منها ما يزيد عن ٣٠ ألف راكب/ساعة أي ٦٠٠ راكب /قطار/اتجاه وهي ما تحتاج الى رصيفين كل بعرض ٥متر

الفئةالثانـية: يدخلها ويخرج منها ٣٠-١٥ الف راكب/ساعة أي ما يعادل ٤٠٠ راكب/قطار/اتجاه وهي ما تحتاج الى رصيفين كل بعرض ٤متر

الفئة الثالثة: يدخلها ويخرج منها أقل من ١٥ آلاف راكب/ساعة أي ٢٠٠راكب/قطار/اتجاه وتحتاج الى رصيفين كل بعرض ٣ متر وهو الحد الأدنى لعروض الأرصفة.

وهذا يقارب المعايير التي تم الاعتماد عليها في مشروع مترو أنفاق مترو ملبورن-أستراليا حيث كـان عـرض الرصيف ٣,٥ متر لكل اتجاه كما تم تناولها في جزئية (٤-٢) ومشروع محطة ألاميدا حيث تحتوي على رصيفين جانبيين بعرض ٤ متر ورصيف مركزي يخدم اتجاهين بعرض ٧,٥ متر وبالرجوع لجدول (٦-٣) تم تحليل فراغ تحليل فراغ أرصفة انتظار القطارات الى ثلاث أجزاء: مسطح انـتظار القطارات – مسطحات خدمية – مسطحات مخصصة للسكك الحديدية فكان متوسط نسبة مسـاحة انتظار القطارات للأمثلة الأجنبية ٢٦،٨% وهو قريب من متوسط مساحة انتظار القطارات للأربعـة نمـاذج من المحطات تحت الأرضية في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى، أما مسطحات الفـراغات الخدمـية فكان المتوسط الناتج من المشروع المحلي ٣،٧% من مساحة المحطة ومسطحات السـكك الحديديـة فكانـت للأمثلة الأجنبية ٢٤،١% أما متوسط نسبة مساحة السكك الحديدية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى ١٤،٥%

٦-٦-٤-عروض الممرات والسلالم وأبواب الدخول والخروج

لم يذكـــر صـــراحة في أي مرجع تم الاستعانة به في هذا البحث وخاصة في الفصل الخامس الحدود الدنيا والقصوى لعروض الممرات والسلالم وأبواب الدخول والخروج ولكن على سبيل المثال ذكر في المرجع الخاص بعرض مشروع مترو ملبورن[1] – أستراليا – الأسس التصميمية التي تم الاعتماد عليها في تصميم تلك العناصر مثل سرعة الركاب في الحالات المختلفة (سير أفقي – صعود أو هبوط

الـــدرج....الخ) أي أن عروض الطرقات تتحدد بأن المتر العرضي من الطرقة يستوعب ١٠٠ شخص /دقيقة، وعروض السلالم الثابتة ينتقل عليها ٦٠ شخص/متر/دقيقة في اتجاه الصعود، وعروض السلالم المـــتحركة ١٣٣شـــخص/دقيقة. وهي نفس الأسس التصميمية تقريباً التي اعتمد عليها المصمم أثناء تصميم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى:

- ٦٠الى٦٥ شخص/متر/دقيقة في اتجاه صعود الدرج
- ٧٥ شخص/متر/دقيقة في اتجاه هبوط الدرج
- ١٠٠ شخص/متر/دقيقة سيراً في الطرقات
- ١٠٠ شخص/متر/دقيقة للسلالم المتحركة
- ٧٥ شخص/وحدة/دقيقة لأبواب الدخول

---

(1) The fourth Australian Tunnelling Conference 1981

٦-٧- الخلاصة

جـــاري العمل الآن في استكمال شبكة متكاملة من خطوط السكك الحديدية لتخترق قلب القاهرة وتربط الأطراف (شبرا الخيمة – المعادي – الجيزة – مطار القاهرة الدولي)، بالإضافة الى تقليل بمـــا يســـمى بمشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى. انتهى الخط الأول والخط الثاني من الشبكة وهما عبارة عن خطي سكك حديدية يربطان بين محطات (علوية – سطحية – تحت أرضية) وقد تناول هذا الفصـــل بالشـــرح المفصل التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية لهذا المشروع مع التعرف على الخطوط العريضة لمعايير التصميم المعماري لتلك المحطات، ثم تقييم المشروع مقارنة بالمشاريع المتشابهة الأجنبية وذلك عن طريق مقارنة تحليلية للعناصر المكونة للمحطات للأمثلة الأجنبية المعروضة وعناصر المحطات تحت الأرضية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى. وتبين أن المشروع المحلي يتشابه كثيراً مع مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس ويشترك مع باقي المشاريع في بعض العناصر (جدول٦-١). ثم مقارنة الأمثلة الأجنبية والمشروع المحلي بالمعايير التصميمية لتصميم الفراغات تحت الأرضية التي تناولها الـــباب الرابع (جدول ٦-٢)، ثم عن طريق مقارنة نسبة مساحة العناصر المختلفة المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمثلة الأجنبية المعروضة في الفصل الخامس بنسبة مساحة العناصر المناظرة في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى. وبناءاً على التقييم تبين أن متوسط نسبة مساحة المداخل قريبة من القيمة الأجنبية. أما بالنسبة لصالة التذاكر وحيث أنه لم يتحدد في أي مرجع المسطحات المطلوبة لكل عنصر من عناصر المحطة ليتحقق الهدف منه كما يرحى مثل المسطحات المطلوبة لمكتب التذاكر – المسطحات المطلوبـــة للانـــتظار أمام مكتب التذاكر (التي يحتلها الركاب أثناء حصولهم على التذاكر) المساحات المطلوبـــة حـــول خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج – المسطحات المطلوبة للغرف الخدمية المـــتعلقة بتشغيل القطارات – المسطحات الكافية لإقامة منطقة تجارية لخدمة المحطة وتحقيق الهدف من إقامتها، كان متوسط نسبة مساحة مسطحات الحركة لمحطات المثال المحلي متفقة مع الأمثلة الأجنبية أما نســـبة مساحة الفراغات الخدمية فكانت تزيد بمقدار كبير في محطات الخط الثاني وهذا أعطى مؤشر لوجود مساحات زائدة مضافة الى مساحات الفراغات الخدمية. اتفقت نسبة مساحة انتظار القطارات مـــع متوسط نسبة مساحة الانتظار لمحطات الأمثلة الأجنبية وزادت نسبة مساحة الفراغات الخدمية في منطقة انتظار القطارات وتباينت قيم المساحة المخصصة للسكك الحديدية.

وكانت هذه الخطوة تمهيداً للوصول الى هدف البحث وهو ما سيتم عرضه في الفصل القادم: هدف البحث وتوصياته.

الفصل السابع

٧-النتائج والتوصيات

يخلص البحث من خلال مراحله من تسجيل للأبحاث السابقة والمعايير العالمية ودراسات الحالة العالمية بالإضافة دراسة الحالة المصرية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى الى بعض الحقائق التي تخص البناء تحت الأرض، ومجالات الأبحاث للمباني تحت الأرض، ومشاريع السكك الحديدية ثم بالأخص التي تحت الأرض والمسماة بمترو الأنفاق، والمداخل التصميمية لهذه المنشآت تحت الأرضية، وأخيراً نتائج دراسة مترو أنفاق القاهرة الكبرى والمحددات التصميمية للمحطات.

٧-١ البناء تحت الأرض

يتجه تفكير العالم أجمع الى الإنشاء تحت الأرض لما له من مكاسب في كثير من المجالات التخطيطية والهندسية والبيئية، وتتعدد استخدامات المباني تحت الأرضية في جميع الحالات : تخزين وقود أو مواد غذائية - سكنيه- تعليمية -ترفيهية -إدارية -خدمية (جراجات، مواصلات، طرق ،مباني تجارية) ......الخ. تتجه معظم دول العالم تخصص جزء من ميزانيات الإنشاء للمباني تحت الأرضية وبالأخص مشاريع النقل السريع (جدول ١-١) وذلك لتعدد مميزات الباء تحت الأرض سواء للبيئة السطحية أو لخدمه النشاط الذي يمارس تحت سطح الأرض من زيادة كفاءة مسطح الأرض السطحية وانخفاض نسبه التلوث السمعي والهوائي للبيئة السطحية بالإضافة الىتحقيق العزل والحمايه من المناخ الخارجى- الضوضاء- الأخطار الطبيعيه والحريق

٧-٢- مجالات البحث العلمي للمباني تحت الأرض

زادت مجالات الاهتمام البحثي للإنشاء تحت سطح الأرض- وبعد إعداد مسح عام لمجالات الاهتمام البحثى لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض وجد أن معظم المجالات زودت بعدد من الأبحاث العلميه لا بأس بها مما يعطى مؤشر بارتفاع الاهتمامات البحثيه فى المجالات التالي ذكرها:-

-طرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها

-تقنيا استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة

-تأمين المكان ومنع الكوارث- إداره الكوارث قبل وبعد حدوثها
-دراسات صوتيه وضوئيه للفراغات تحت الارض
-النواحى القانونيه والاقتصاديه والتشريعات العالميه والاقليميةمن ناحيه التعاقدات أو طرق احتساب سطح الارض
-التخطيط الحضرى للمناطق المقام فيها المشروع
-دراسات النقل

٧-٣ مشروعات السكك الحديدية تحت الأرض

مشروع" مترو الأنفاق " هو شكل من أشكال مشاريع السكك الحديدية ولكن له من السمات الخاصة مثل السرعة العالية نظراً لعدم وجود تقاطعات والسعه العالية ودرجه الأمان العالية وقله حوادث السير والتشغيل نظرا لاستخدام التقنية العالية في التشغيل. ويتكون المشروع من : خطوط السكك الحديدية، والمحطات، ومباني ملحقه للأغراض الخدمية ومتطلبات التشغيل، وورش لصيانة الوحدات المتحركة (القطارات) والمعدات.

تختلف الانماط التصميميه للمحطات بناء على: مسار الخط ومناسيبه - موقع المحطة بالنسبه للخط - موقع المحطة داخل النسيج الحضرى الذى يخترقه الخط. تحتوي المحطة على ثلاث عناصر رئيسية هي: المداخل- صالة التذاكر- أرصفة انتظار القطارات. اختلفت الأنماط التصميمية للمحطات من حيث علاقة الثلاث عناصر الرئيسية وعلاقتها ببعضها حيث تعددت صور صالة التذاكر (صالة تذاكر وحيدة- صالتي تذاكر على جانبي سكة القطارات- صالة تذاكر أعلى أو أسفل منسوب سكة القطارات) وتعددت صور أرصفة انتظار القطارات (رصيفين جانبيين- رصيف مركزي)

٧-٤ المدخل التصميمي لمباني السكك الحديدية تحت الأرض

يختلف المدخل التصميمي لمباني السكك الحديدية تحت الأرض عنها للمباني السطحية في معظم أجزاء المبنى من مداخل وصالة تذاكر وأرصفة انتظار القطارات وفراغات خدمية المدخل في بعض الأحيان هو العنصر الوحيد المرئى من المنشأ ككل وعن طريقه ينتقل الفرد من الخارج الى الداخل بالنزول الى باطن الارض وهو ما يؤثر بالسلب على شعور مستخدم المبنى لذا يجب معالجة المدخل بحيث يكون مرئي من المارة في مستوى الطريق، وأن يتمتع بشئ

من الجاذبية عن طريق التشكيل في الكتلة (منشأ علوي مفتوح أو مغلق) أو بتضمين عناصر إضافية مثل السلالم والمصاعد والأفنية السماوية المزروعة.......الخ.
تحتوي صالة التذاكر في أغلب دراسات الحالة على مكتب بيع التذاكر- استعلامات- منطقة للاطلاع على الخرائط- مراقبة وأمن- أماكن تجمع ومقاهي- فراغات للأنشطة التجارية- فراغات خدمية. وتتكون أرصفة انتظار القطارات من: مسطحات انتظار الركاب- مراقبة وأمن- فراغات خدمية- مساحة للسكك الحديدية

الفراغات العامة مثل صالة التذاكر -أرصفة انتظار القطارات تحت الأرضية قد لا يحتوي على أية فتحات أو نوافذ تربط هذا الفراغ بالبيئة الخارجية فيتولد عند مستخدمي الفراغ الشعور بفقدان الاتجاهات وفقد الصلة بالعالم الخارجي فيزداد شعوره بالكآبة والخوف لذا قد يعالج الفراغ بواحد (أو أكثر) من المعالجات المعمارية المتعددة التي تعطي الفراغ شخصية مميزة فقد يحتوي الفراغ على نوافذ داخلية تطل على فناء سماوي مفتوح ومزروع- أو يتمتع الفراغ بشئ من التركيب في التشكيل وكثرة التفاصيل ليشد انتباه المستخدم ويثير فضوله، أو يؤدي التصميم الى بيئة دافئة زاهية، أو يستخدم الخط النمطي أو الزخرفي، أو تستخدم التماثيل والأشكال النحتية، تستخدم اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية، أو توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يحاكيها في التصميم
تلعب العناصر الفنية والزخرفية دور كبير في تشكيل الفراغ في محطات نقل الركاب تحت الأرض في ربط المشروع (الخط ككل) ببعضه ليظهر وحدة واحدة مع إمكانية تمييز كل محطة على حدا في عيون الركاب فتساعد على رسم خريطة ذهنية لدى كل المستخدمين

٧-٥ مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتعرض إقليم القاهرة الكبرى لمشكلة نقل متصاعدة تزداد من يوم الى يوم نظرا لزيادة تعداد السكان وعدد المواطنين المترددين على الإقليم لإنجاز مهام شخصية أو للتعامل مع الجهات الحكومية والوزارات والهيئات العامة والبحثية والتعليمية ومراكز العلاج ....الخ. وفى ضوء دراسة الوضع الحالي لمشكلة النقل وجد أن مركز ثقل إقليم القاهرة الكبرى يتحرك من منطقه وسط المدينة الى الاتجاه الشمالي الشرقي.وان المحور الرئيسي للإقليم يتحرك من الاتجاه الشمالي الجنوبي الى الاتجاه الشرقي الغربي بدءا من مدينة السادس من أكتوبر الى مدينه العاشر

من رمضان. وهذا بالإضافة الى وجود عدد كبير من المناطق المكدسة سكانيا وفقيرة من الناحية الخدمية مثل (شبرا وامبابة ...) وهذا يعنى تولد ضغوط على خدمه النقل في الإقليم وأخيراً لوحظ إمكانية إعادة توقيع وتأهيل خطوط الترام لتدخل فى المخطط الجديد وهو مكون من ستة خطوط أربعة منها للنقل السريع الكتلي وجاري تحديث دراسة الخط الثالث ثم خطي نقل سكك خفيفة (٦-١)

تم تنفيذ الخط الأول والثاني في شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى بحيث احتوى الخط الأول على جزء نفقي غير عميق نتج عنه محطات تحت أرضيه غير عميقه تتكون من صاله تذاكر على جانبى منسوب سكه القطارات ويربط بينهما ممرات أعلى او أسفل منسوب السكه مع وجود محطتين هما "مبارك والسادات" تبادليتين بين الخط الأول والخط الثاني يتكونان من طابقين تحت الأرض، الطابق الأول تحت الأرض يخدم الخط الأول- الطابق الثاني يخدم الخط الثاني

وتم تنفيذ الخط الثاني بأسلوب "ماكينه الحفر العميق" فينتج عن ذلك محطات عميقه ذات ثلاث مستويات-صالة تذاكر- مستوى متوسط لنقل الركاب- مستوى الأرصفة.

٦-٧ التصميم المعماري لمحطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى

تم حصر محددات التصميم المعماري لمحطات الخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى في الآتي :

أثر موقع المحطة ووجود مساحة كافيه فى مستوى الطريق حيث تتبع جهاز تشغيل مترو أنفاق القاهرة الكبرى، بالإضافة الى قربها أو بعدها عن خطوط مواصلات أخرى (أتوبيس أو سكك حديدية أو تقاطعات محاور مروريه) و الكثافة السكانية للمنطقة وأنواع استعمالات الأراضي المحيطة بموقع المحطة على التصميم المعماري للمحطة تحت الأرضية. كما أثرت محددات التشغيل من نوع وطول القطار المستخدم أو أسلوب الإنشاء لجسم المحطة أو النفق نفسه بالإضافة الى معايير أمن الأفراد وأمان المنشأ نفسه على الفراغات المختلفة للمحطات

بمقارنة عناصر التصميم المعماري والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجات الفراغات الرئيسية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض في كل من مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى والمشاريع المشابهة في الدول الأخرى حيث تتلخص النتائج في جدول (٦-١)، (٦-٢) أوضحت أن المنهج المتبع في التصميم المعماري لمحطات المشروع المحلي يتشابه الى حد كبير مع مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس- فنزويلا

بتحليل الفراغات الرئيسية المكونة للمحطات (المداخل- صالة التذاكر- أرصفة انتظار القطارات) في جدول (٦-٣) واحتساب متوسط نسبة مساحة كل عنصر مقارن بالمساحة الكلية للمحطة اتضح الآتي:

١-زادت نسبة مساحة المداخل لمحطة رمسيس كمثال لمحطة تبادلية كبيرة عن متوسط نسبة مساحة المداخل للمحطة للأمثلة الأجنبية وذلك نظراً لطبيعة موقعها في ميدان رمسيس وهو ميدان واسع ذو طاقة مرورية عالية.

٢-تقاربت قيمة نسبة مساحة المداخل لباقي المحطات تحت الأرضية للمشروع المحلي مع القيمة المناظرة الأجنبية.

٣-تقاربت قيمة متوسط نسبة مسطحات الحركة في صالة التذاكر في محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى بالمقارنة مع القيم الأجنبية.

٤-زاد متوسط نسبة مساحة الفراغات الخدمية للخط الثاني بالمقارنة مع متوسط نسبة المساحة المناظرة للأمثلة الأجنبية مما أعطى مؤشر لوجود مساحات زائدة ناتجة عن تشكيل المحطة تم إضافتها الى الفراغات الخدمية.

٥- لم يتفق أياً من محطات الخط الأول أو الثاني أو الأمثلة الأجنبية على كيفية تحديد طول الرصيف ولكن خلص تحليل الأمثلة العالمية مع الأمثلة المحلية أن طول الرصيف يساوي طول القطار مضافاً إليه بضع أمتار في بداية ونهاية الرصيف تسمح بالرؤية الجيدة لسائق القطار لأبعاد الرصيف وحدود القطار عن طريق مرايا في بداية ونهاية الرصيف أو شاشات مراقبة.

٦-تقاربت قيمة متوسط نسبة مساحة انتظار القطارات للأمثلة الأجنبية مع محطات المشروع المحلي بينما اختلفت متوسط نسبة مساحة المناطق الخدمية والمناطق المخصصة للسكك الحديدية.

وفيما يلي توصي الدراسة بالآتي:-

١. توصيات خاصة بموقع المحطة ومداخلها من مستوى الطريق

- زيادة مساحة انتظار السيارات المقترنة بمحطات المترو لتشجيع الركاب لترك السيارات الخاصة وأستخدام المترو وهذا ينعكس على الكثافة المرورية للشرايين الرئيسية للمدينة مما يساهم بالقدر الكبير في حل مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى
- يفضل زيادة الاهتمام بتصميم المداخل وبتشكيل كتلة واضحة للمداخل لأن المدخل هو العنصر الوحيد المرئي فوق سطح الأرض وهو ما ينقل صورة المحطة تحت الأرض للمارين في الطريق
- يفضل أن توزع المداخل في أماكن آمنة في مستوى الطريق بحيث تضمن للراكب عدم عبور الطريق في مناطق خطرة مهما تولد عن ذلك ممرات طويلة مع الاهتمام بالتشكيل الفراغي للممرات
- يفضل استخدام الممرات الطويلة في تأجيرها للأنشطة التجارية وهذا يزيل الشعور السلبي للمار بها من خوف وعدم الرغبة في التقدم بل بالعكس تعمل الممرات حينذاك كعنصر جذب فيفضل الراكب أن يصل المحطة من خلال الممرات تحت الأرضية عن السير في مستوى الطريق حتى لو كان أقصر

٢. توصيات خاصة بتصميم صالة التذاكر وأرصفة انتظار القطارات

- يجب أن يكون الفراغ الخاص بحركة الجمهور داخل صالة التذاكر وأيضاً أرصفة انتظار القطارات واضح وذو معالم معمارية مميزة يحتوي على كل المعلومات الإرشادية التي تمد الراكب بكل المعلومات موضوع اهتمامه
- يجب أن يتمتع فراغ الحركة داخل صالة التذاكر أو أرصفة انتظار القطارات بواحد أو أكثر من المعالجات المعمارية المعروضة في الفصل الرابع من هذا البحث بتشكيل الفراغات تحت الأرض لأن هذا يساعد على رسم خريطة ذهنية واضحة للفراغ لدى المستخدم مما ينفي الشعور السلبي الذي قد يستولي على مستخدمي الفراغات تحت الأرضية

- يفضل تقسيم فراغ صالة التذاكر بحيث يخلق بعض الفراغات المطلة على الفراغ الرئيسي مثل:
  - فراغ مخصص لشباك بيع التذاكر والاستفسار عن كل المعلومات المطلوبة للقيام برحلة
  - فراغ منفصل للمناطق التجارية
  - فراغ مخصص للآنتظار والكافيتريات.....الخ

  وهذا يساعد على إضفاء الحيوية للفراغ ككل بتكوين فراغات فرعية داخل الفراغ الرئيسي
- يفضل وضع خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج في نهاية صالة التذاكر وفي منسوب مختلف عن الأرصفة (أي بعيداً عن القطارات)لأن هذا يساعد على توزيع الركاب الواصلين (بحتمعين) في قطار واحد على خط الماكينات ودون حدوث الازدحام الحادث في حالة وحود خط الماكينات في نفس مستوى الرصيف وفي المنتصف (كما هو الحال في محطات الخط الأول) وذلك نظراً لاختلاف سرعات ومسافات السير من راكب الى آخر
- يفضل توسيع المنطقة التجارية في صالة التذاكر حتى يسهل تسويقها (تأجيرها) حيث أنها تخضع لمنطق المنافسة (المتحر المعزول يقل مريديه والمركز التجاري الذي يحتوي على عدد كبير من المتاجر يجذب الجمهور)
- كلما زادت المناطق التجارية زاد دخل المحطة مما يؤثر على خطة تشغيل وصيانة المشروع ويحيي الفراغات تحت الأرضية ويقضي على الإحساس بالانعزال فيزداد أمن الأفراد في الفراغات تحت الأرضية
- استغلال اللقحات الإعلانية مما لها من تميز بصري ودور في إضفاء البهجة على المحطة بالإضافة الى زيادة الدخل الشغيل.
- يمكن تضمين مساحات انتظار السيارات داخل الفراغات تحت الأرضية لتستغل كجراجات تحت أرضية لاستغلال المساحات الزائدة عن مساحة المحطة نفسها والتي يمليها نظام الإنشاء وظروف الموقع وتشكيل جسم المحطة على المصمم المعماري.

٣. توصيات خاصة بتصميم الفراغات الخدمية

يجب تحقيق الفصل التام بين الفراغات المخصصة للجمهور والفراغات الخدمية وذلك عن طريق وضعها في منسوب مختلف أو عزلها عن مسارات حركة الركاب وذلك لضمان أمن وأمان الفراغات الخدمية وبعدها عن أي تخريب أو عبث لمنع أي أعطال قد تؤدي الى حدوث أزمة أثناء التشغيل.

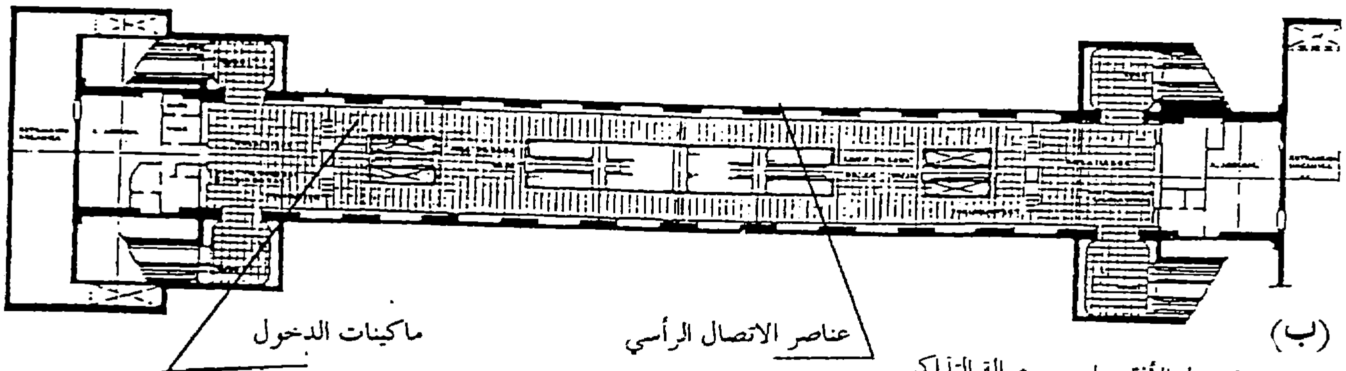
ملحـــــق

الساقط الأفقية للمحطات :

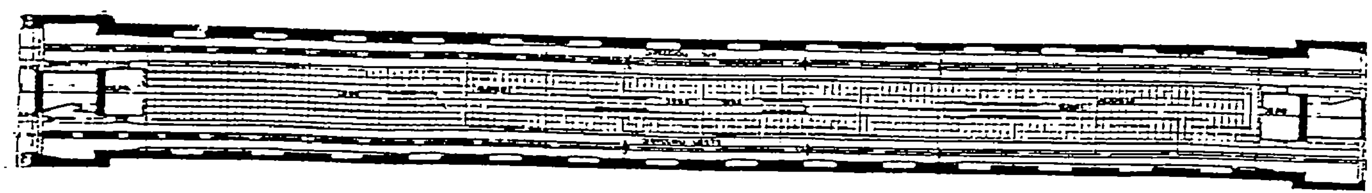
- محطة ميجال أنطونيو – مترو كراكاس – فنزويلا
- محطة المتحف– مترو ملبورن – أستراليا
- محطة ألاميدا – كاليفورنيا– الولايات المتحدة الأمريكية
- محطة ستراسبورج
- محطة روتردام – هولندا

موضح بها مقياس الرسم

(ب)



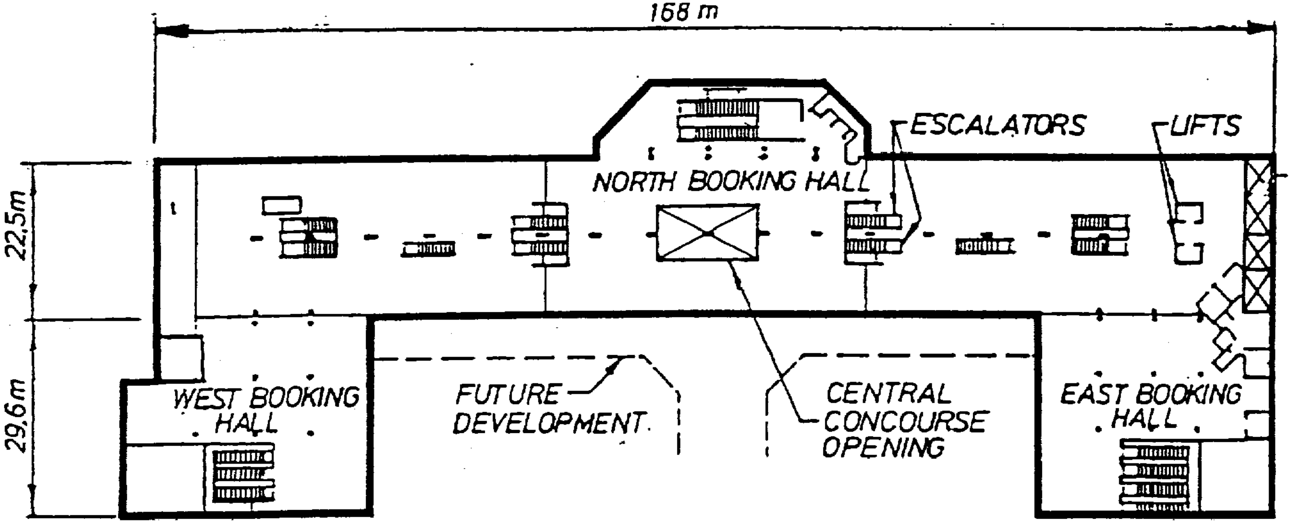
المسقط الأفقي لمنسوب صالة التذاكر



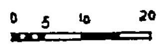
0 5 10 20

المسقط الأفقيُ لمنسوب أرصفة انتظار القطارات

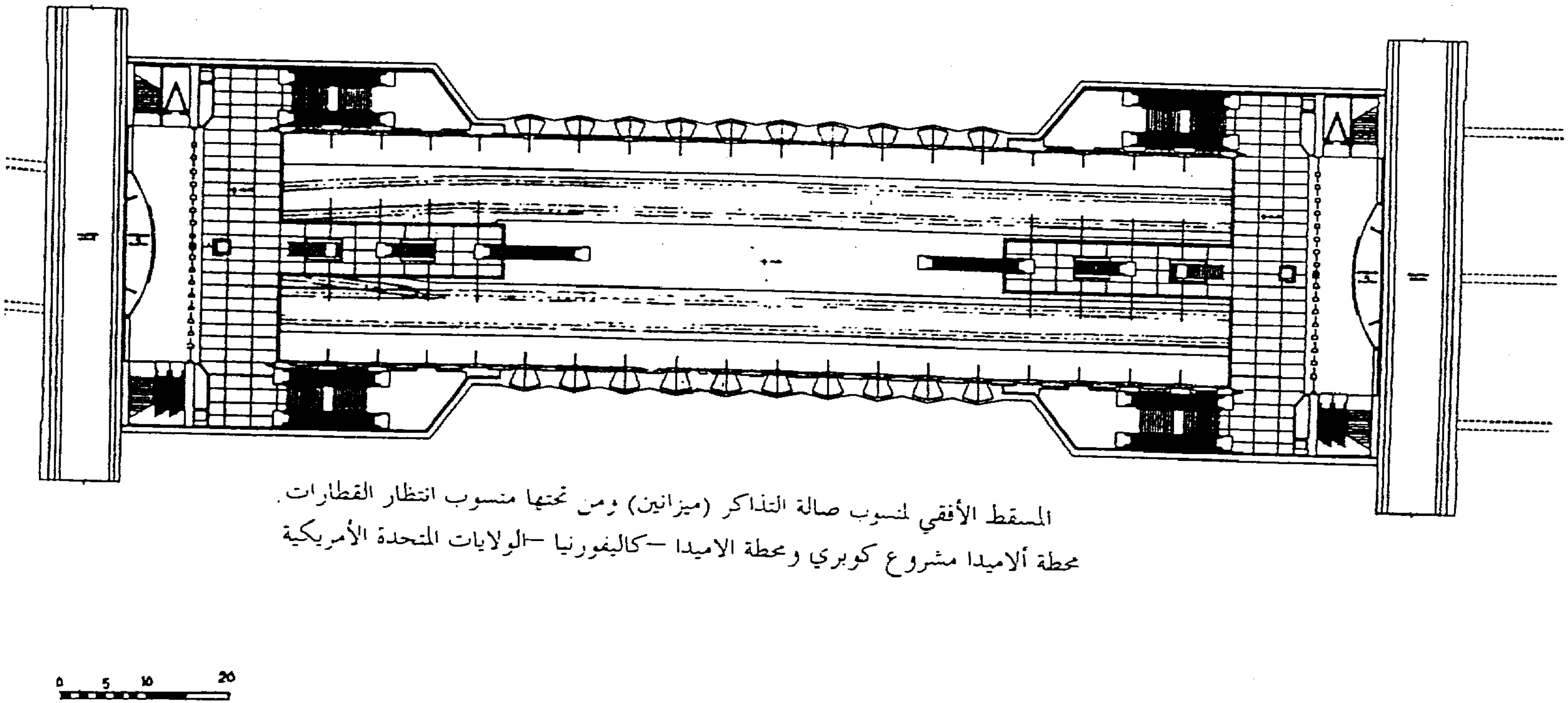
محطة ميجال أنطونيو مشروع مترو كراكاس



المسقط الأفقي لمنسوب صالة التذاكر

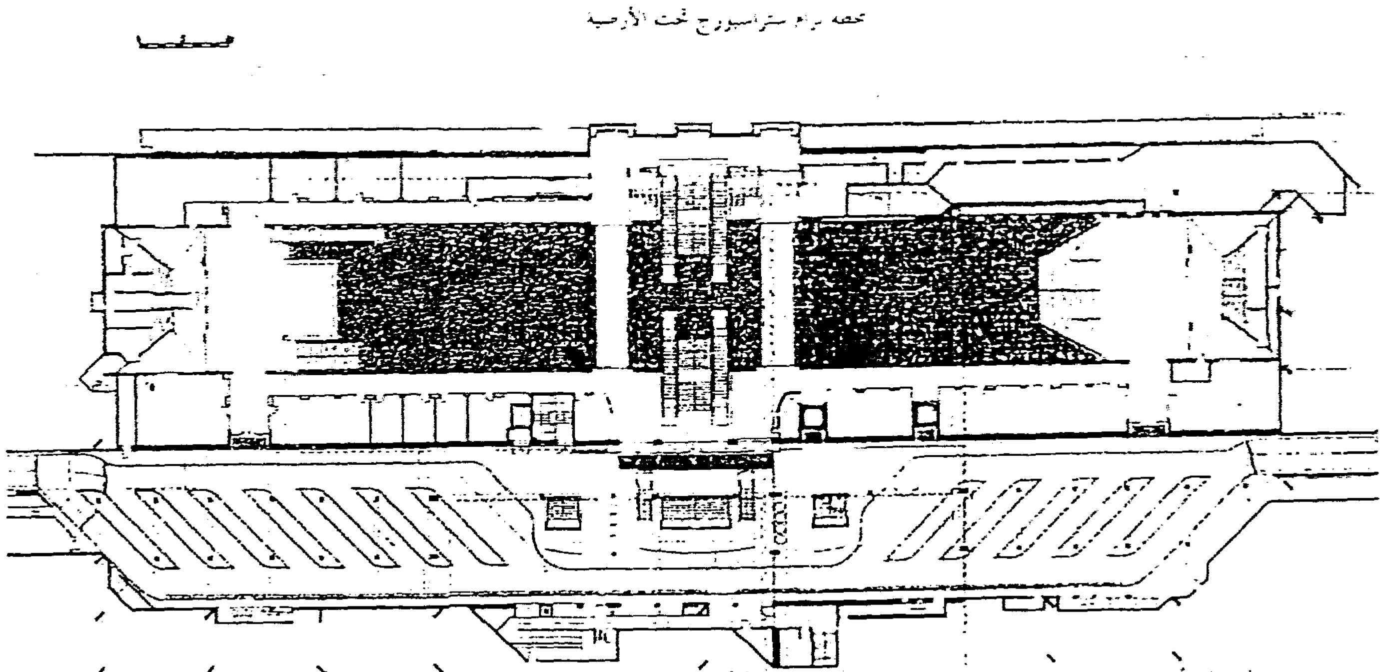


محطة المتحف مشروع خط ملبورن- أستراليا

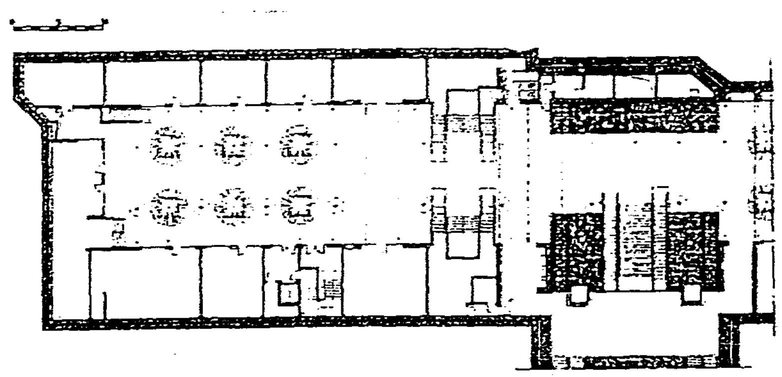


المسقط الأفقي لمنسوب صالة التذاكر (ميزانين) ومن تحتها منسوب انتظار القطارات.
محطة ألاميدا مشروع كوبري ومحطة الاميدا –كاليفورنيا –الولايات المتحدة الأمريكية

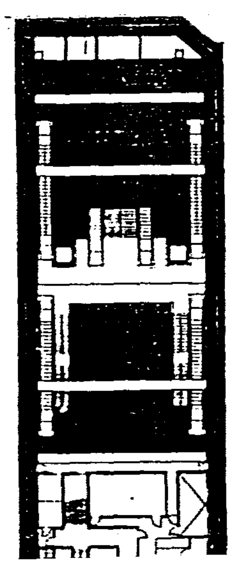
محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية



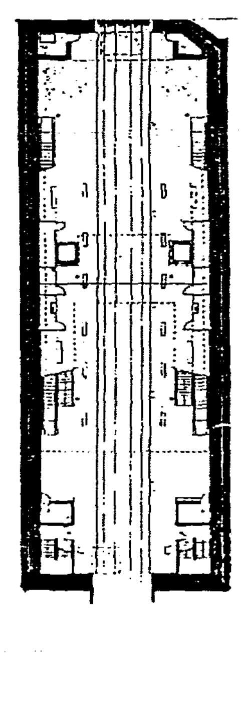
المسقط الأفقي لمنسوب الاستخدام التجاري وموقف الأوتوبيسات والتاكسي



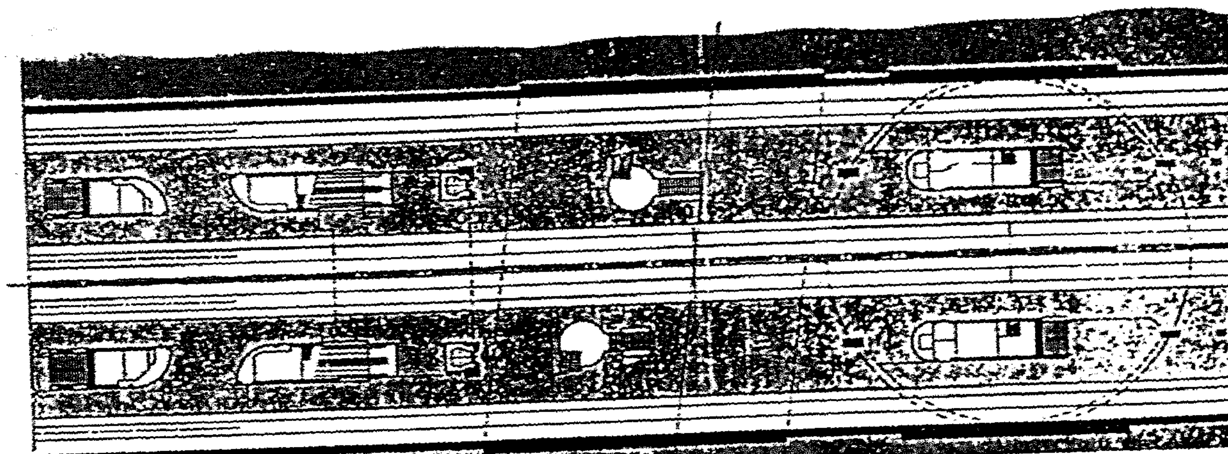
مسقط افقي لمنسوب الفناء المفتوح تطل عليه بعض المحلات التجارية



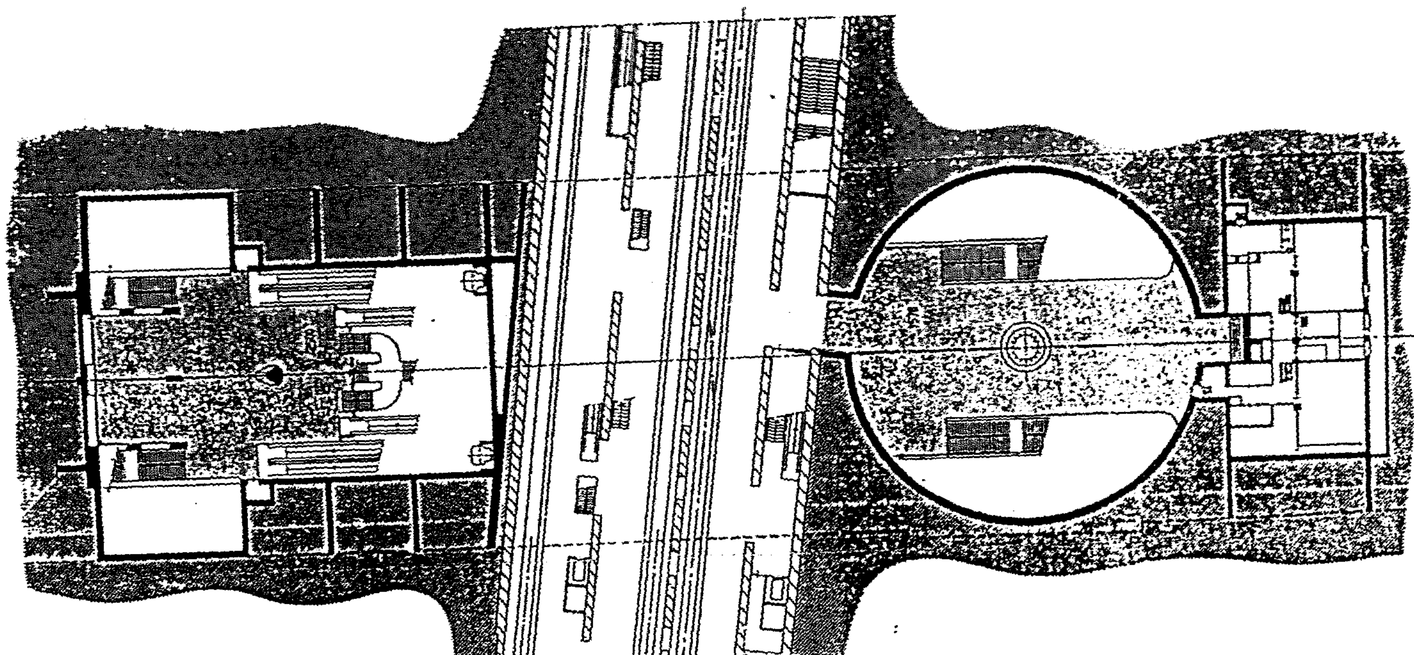
المسقط الأفقي لمنسوب الانتقال الى أرصفة انتظار القطارات



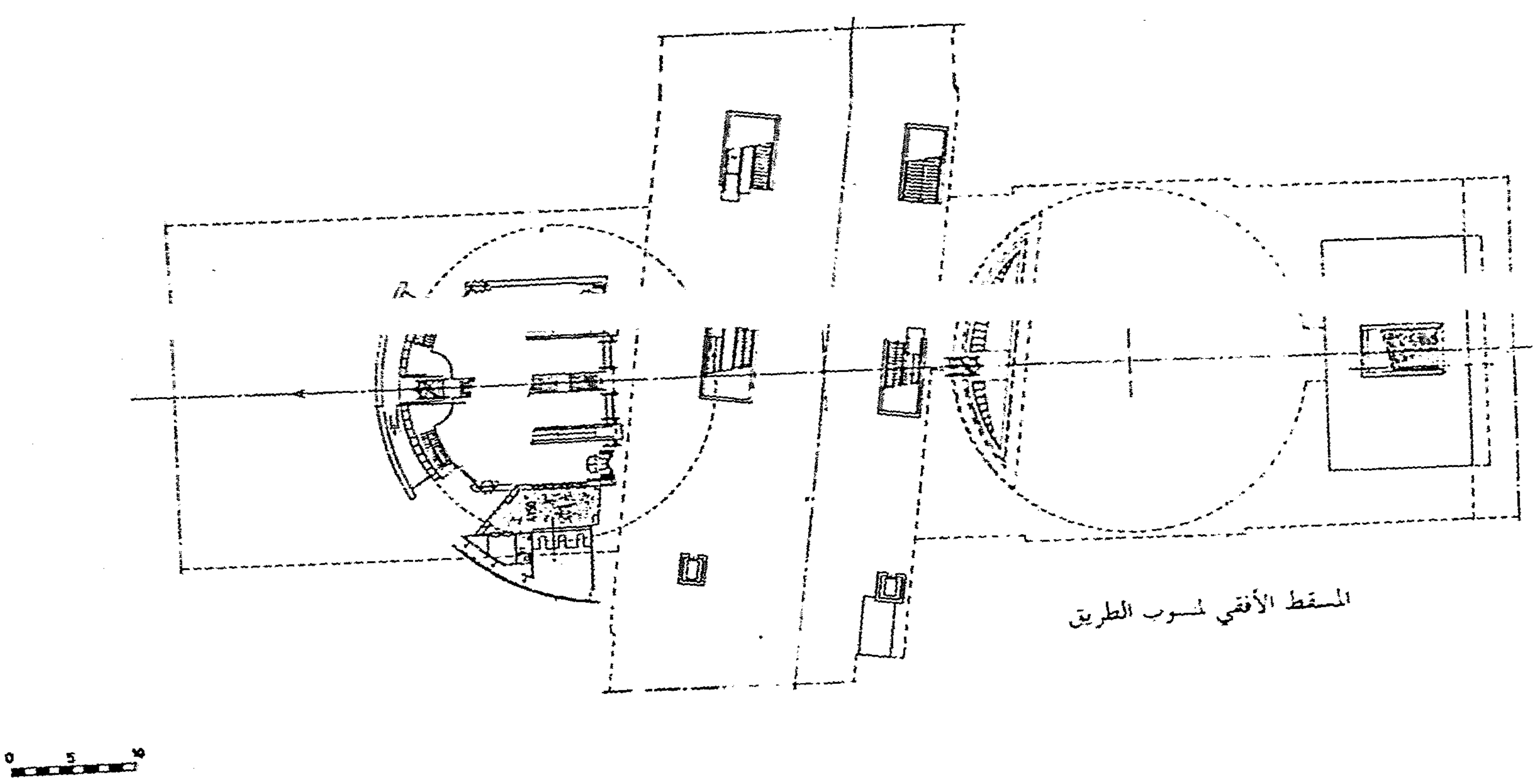
المسقط الأفقي لمنسوب ارصفة انتظار القطارات



المسقط الأفقي لمنسوب ارصفة انتظار القطارات



المسقط الأفقي لمنسوب صالتي الانتقال الى أرصفة انتظار القطارات



المسقط الأفقي لمنسوب الطريق

محطة روتردام بلاك — هولندا

المـــــــــراجع

المراجع الأجنبية

1. Abd-Allah, M .I. A. *A Comparative Statistical Study of Noise Levels Due to Underground Train in Greater Cairo.* Engineering Research Bulletin V(4) Zagazig University, August 1993.

2. Abdel Salaam M.E. *Contractual Sharing of Risks Construction-ITA Views.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V10 (4) Pp.433 – 438 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1995

3. Barker M. B. *Toronto's Underground Pedestrian System.* In Tunnelling and Underground Space Technology VI (2) Pp. 145 – 151. Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1986

4. Baxter D. A. ; Bennet A.G. *Aspects of Design and In-Situ Ttesting for the Mural Rock Tunnels.* In Fourth Australian Tunneling conference, Melborn, Australia. 1981

5. Bergman M. S. *The Development and Utilization of Subsurface Space.* In Tunnelling and Underground Space Technology.V1(2) Pp.115-144 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1986

6. Bernard D. *A View of Paris Meteor Project. Forging a New Relationship Between City and Metro.* In Tunnelling and underground space technology. V. 10 (3) Pp. 343 – 352 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1995.

7. Boivin, D. J. *Underground space use and planing in the Quebec City area.* In Tunnelling and underground space technology V5(1/2) Pp. 69 – 84 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1990

8. Britz, H. L., *Lighing of subway stations.* In Licht V(39) No. 2 Pp 146-147 -1987.

9. Carmody J. ; Sterling R. , Underground Building *Design* , University of Minnesota 1983.

10. Cerver, F. A., The Architecture of Stations and terminals. Arco for Haerst Books International New York USA 1997.

11. Chappel, R. A.; Simpson, D.; Skopakow, J. *Museum Station-Structural and Architectural Design* In Fourth Australian Tunnelling Conference, Melborn, Australia- March 1981

12. Daniel, J. B. *Montreal's Underground Network: A Study of Downtown Pedestrian System.* In Tunnelling and Underground Space Technology - V6(1) P. 83. Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain- 1991

13. De Lathauwer, W *.Scinarios for the Transport Infra Structure of Europe Planing and Financing.* Tunnelling and underground space technology V10(1) Pp. 45 – 52 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain -1995

14. Development Research and Technology planning center, *Characteristics of Phase 1 of Cairo Regional Metro Line and Analysis of Transit Mode Choice on the Helwan/ Ramsis corridor.*

15. Edwards, B. The Modern Station – New Approaches to Railway Architecture. E & FN SPON London UK.-1997

16. Gordard J.P. ; Hugonnard J.C. (1989). *Appraisal of Underground Urban Public Transportation Project.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V4 (1) Pp. 31 - 41 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1989

17. Gordard, J.P. ; Sterling, R.L. ; ITA Working Group No.13, *General Consideration in Assessing the Advantages of Using Underground Space*, Tunnelling and Underground Space Technology, V10 (3) Pp. 287-297 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain -1995

18. Haack, A. *Fire Protection in Traffic Tunnels- Initial Finding from Large Scale Tests.* In Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 363-376. Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1992

19. Howord D. F., *Running Tyne and Wear Metro*, Canadian Urban Transit association Conference –June 1986

20. Ishioka, H. *Security Management for Underground Space.* In Tunnelling and underground space technology. V7 (4) Pp. 335 - 338 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1992.

21. ITA Working Group on Costs Benefits of Underground Urban Public Transportation. *Examples of benefits of underground urban public transportation system.* In Tunnelling and underground space technology V2(1) Pp. 5-54 Pergamon Journals Ltd. Great Britain – 1987.

22. ITA Working Group on Costs Benefits of Underground Urban Transportation. Cost *Benefit Methods for Underground Urban Public Transportation System.* In Tunnelling and Underground Space Technology V5 (1/2) Pp. 39-68 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1990.

23. ITA Working Group on Contractual Sharing of Risks , *ITA Recommendation on Contractual Sharing of Risks*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (4) Pp. 393 – 398 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

24. Jean – Pierre cousin, *Reportage* In Architecture d'Aujourd'hui No. 247 1986, Pp.69 - .91

25. Kaiser P.K ; Mc Creath D.P, *Rock Mechanics Consideration for Drilled or Bored Excavations in Hard Rock.* Tunnelling and Underground Space Technology V9(4) Pp. 425 – 438 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1994

26. Khairy, B. M.; Morkos R. E. *Integrating Modern Technelogy Methods in theTraditional Urban Fabric* .In El Azhar Engineering Fifth International Conference 1997.

27. Kov Shchept, N. I. *Lighting of Tashkent Metro Station* In Svetolekhnika N1,. P.17-19 1987

28. Kumar P. and Singh B. *-Design of Renforced Concrete Lining in Pressure Tunnels, Considering Thermal Effects and Jointed Rockmass*. Tunnelling and Underground Space Technology V5 (1/2) Pp. 91 – 102 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain-1990

29. Kunita M.,; Takemata, R. ; Iai, Y. *Restoration of a Tunnel Damaged by Earthquake.* In Tunnelling and Underground Space Technology V9(4) Pp. 439 - 448 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1994

30. Lewis, H. *The Metro Report. The Impact of Metro & Public Transport Integration in Tyne and Wear.* In Transport and Road Research Laboratory University of New Castle upon Tyne. 1982

31. Mahdy A. F. *Operational Requirements for Greater Cairo Metro Second Line – Phase 1 A* (1996),

32. Marc C. ; Huez P. H. *.Tunnel Water Proofing Using Polymeric Membranes.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V2 (1) Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1987.

33. Masuda Y. , Minoshima T., *Large Scale Underpinning for an Underground Urban Railway Station.* In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (2) Pp. 133-140 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992

34. Ministry of Transport,. *Greater Cairo Urban Metro – Description of the Project* – M.Plans (1977)

35. Ministry of Transport,. *Greater Cairo Metro Urban Line 2, Updating of Studies. Contract 21/M – First Report, Final Issue, Transport Planning* – Civil Work. 1989

36. Nakamura, H. et al. *Researsh on Smoke Control in Underground Structure.* In Tunnelling and underground space technology V7 (4) Pp. 325-334 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain – 1992.

37. Philip C., *Hughes The Use of Simulated Natural light in the Design of the Earth-sheltered Invironment.* Tunnelling and Underground Space Technology V2 (1) Pp. 73 – 82 Pergamon Jurnals Ltd. Great Britain -1987

38. Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Design.part 1 Overview of Subsurface Space Utilization*, VanNostrand Reinhold (1993).

39. Riera P. and Pasqual J. , *The Importance of Urban Underground Land Value in Project Evaluation.* Tunnelling and Underground Space Technology V7 (3) Pp. 243-250 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

40. Ringstad, A. J. *Perceived Danger and the Design of Underground Facilities for Public Use.* In Tunnelling and Underground Space Technology, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Journals Ltd. Great Britain – 1994.

41. Robert J. Smith, *Risk Management for Underground Projects-cost Saving Techniques and Practices for Owners.* Tunnelling and Underground Space Technology. V7(2) Pp. 109 – 118 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

42. Roscoe R. B. and Watson F.G., *The Melbourne Underground Rail Loop Overall Tasks and Organisation.* Fourth Australian Tunneling conference, Melborn, Australia (1981).

43. Sonoda T. et al , *Construction of Underground Space by a New Shield Tunnelling Method-Spiral Ttunnelling and Ramification of Multi Circular Face Shield.* In Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 355 – 362 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

44. Sterling R., Carmody J. and Walter H. Rockenstein Π, *Case Study of Life Safety Standards for Large Mined Underground Space Facility in Minneapolis, Minnesota.* Tunnelling and Underground Space Technology V7 (2) Pp. 119-126 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

45. Watanabe et al., *Safety and Disaster Prevention Measures for Underground Space: An Analysis of Disaster Cases.* In Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 317-324 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992

46. Westerberg, G. (1986). *New Underground Subway Station, Acoustical Treatments. conference: Proceeding-1986 International,* Conference on Noise Control Engineering, progress in noise control-Internoise 86

47. Yan, H, *Effects of Cave Dwelling on Human Health.* In Tunnelling and underground space technology. V1(2) Pp. 171 – 176 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1986.

المراجع العربية

١. أبو المجد، محمد محمود ، *محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق – حالة دراسية. خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة– –الجيزة)* ١٩٩٧

٢. أبو المجد، محمد محمود ، *عمارة المحطات النفقية بشبكات مترو الأنفاق – حالة دراسية مترو أنفاق القاهرة الكبرى.* في مجلة بحوث العمارة والتخطيط قسم الهندسة المعمارية جمعية العمارة كلية الهندسة – جامعة الأزهر١٩٩٨

٣. عبد الغني ، احمد عبد الله محمد ، *الطرق العلوية وتأثيرها على الشكل البصري للمدينة – دراسة عن القاهرة* – ماجستير كليه الهندسة جامعه القاهرة ١٩٨٩.

٤. عقـــبة ،إيهاب محمد ، *التأثير الحضري لمترو الأنفاق على المناطق المحيطة به* – ماجستير كليه الهندسة جامعه عين شمس ١٩٩٣

فهرس الأشكال

فهرس الجداول

The third section presents international examples of underground stations, including their design approach. The international examples are followed by a presentation of the Egyptian case study. A comparative numeric analysis is applied for the international and local underground Metro stations.

The research concludes by descriptive statistics of the values calculated for both the international examples and the local project. This comparison enables to evaluate the local project and to give recommendations to develop and enhance the architectural design of underground stations.

Abstract

Worldwide use of subsurface structures has increased substantially over the last two or three decades. Lately attention has been given to urban public transportation that needs improvement and promotion, due to its advantages in comparison with private transportation.

This research aims to investigate architectural design features of public transportation underground stations such as metro, light rail

e research seeks to clarify

iderground public spaces in

transport station specifically.

First the research presents the economical, environmental, and architectural advantages of underground construction as well as advantages of constructing underground transit systems. It presents a survey of most scientific research in the field.

The second section recognizes the nature of the metro station building itself, its design modes, and the factors affecting their configuration. The research investigates previous experiences in creating pleasant underground environment as much as the efforts to over come the negative psychological effects of being underground. Architectural spaces for main zones forming the station are presented.

Architectural and Urban Design Criteria for Underground Passengers Stations

Presented for Master Degree
In Architecture
By
Mey Fawzy Farid Abdul Maksood

Supervised by
Dr. Aly Foad El Faramawy
Professor of Architecture Design
Department of Architectural Design

-2001-

Architectural and Urban Design Criteria for Underground Passengers Stations

Presented for Master Degree
In Architecture
By
Mey Fawzy Farid Abdul Maksood

Supervised by

Dr. Aly Foad El Faramawy
Professor of Architecture Design
Department of Architectural Design

-2001-

كلية الهندسة

المعايير التصميميه المعماريه والعمرانيه
لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

رسالة مقدمة

لنيل درجة الماجستير

في العمارة

من

المهندسة/ مي فوزي فريد عبد المقصود

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

-٢٠٠١-

كلية الهندسة

المعايير التصميميه المعماريه والعمرانيه
لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

رسالة مقدمة

لنيل درجة الماجستير

في العمارة

من

المهندسة/ مي فوزي فريد عبد المقصود

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

-٢٠٠١-

كلية الهندسة

رسالة ماجستير

مقدمة من المهندسة: مي فوزي فريد عبد المقصود

بعنوان : المعايير التصميميه المعماريه والعمرانيه لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

الدرجة : الماجستير

لجنة الاشراف :الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

لجنة الحكم:

١-السيد الأستاذ الدكتور/ محمد أبو المجد محمود

أستاذ – كلية الهندسة – جامعة الأزهر

٢-السيد الأستاذ الدكتور/ محمد أيمن عاشور

أستاذ مساعد – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٣-السيد الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

أستاذ التصميم المعماري – كلية الهندسة – جامعة عين شمس

تاريخ المناقشة : ٢٠٠١/١٢/١٠

الدراسات العليا :

ختم الإجازة أجيزت الرسالة بتاريخ ٢ / ٢ / ٢٠٠٢

موافقة مجلس الكلية موافقة مجلس الجامعة

١١ / ٣ / ٢٠٠٢ / / ٢٠٠٢

شكر وتقدير

يسر الباحثة أن تتقدم بالشكر الى أساتذة قسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة – جامعة عين شمس – لمنحها الفرصة لإعداد هذه الدراسة وحسن تعاونهم
وتخص بجزيل الشكر السيد الأستاذ الدكتور / علي فؤاد الفرماوي وذلك على صدق تعاونه وحسن إرشاده وتوجيهاته السديدة التي كان لها أكبر الأثر في إثراء هذه الدراسة وتأكيد قيمتها العلمية

كما تتوجه بالشكر لكل من ساهم بالرأي والعون لإخراج الرسالة في صورها النهائية وتخص بالذكرالسادة الزملاء العاملين بالهيئة القومية للأنفاق
والله ولى التوفيق

مي فوزي فريد عبد لامقصود

فهرس الموضوعات

مستخلص الرسالة

الإسم : مي فوزي فريد عبد المقصود

الدرجة :الماجستير

القسم :العمارة

الكلية :الهندسة

سنة التخرج :١٩٩٣

يتناول البحث موضوع أهمية البناء تحت الأرض وخاصة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض حيث زاد الاهتمام العالمي في هذا الاتجاه في الثلاث عقود الأخيرة من القرن العشرين. وذلك عن طريق اولاً: فهم طبيعة مشاريع محطات نقل الركاب بالسكك الحديدية، ومنها يتم استنتاج العناصر الرئيسية المكونة للمحطات وهي: المداخل وصالة التذاكر وأرصفة انتظار القطارات. ثانياً: تحليل المعايير التصميمية والمعالجات المعمارية التي اتبعها المصممون المعماريون عند تصميم مباني عامة تحت الأرض ومنها يتم استنباط بعض المعايير والمعالجات المعمارية عند تصميم العناصر الثلاثة المكونة للمحطة المذكورة أعلاه. ثالثاً: تحليل المقارن بعض الأمثلة العالمية من أستراليا، وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية، وأوروبا لمشاريع خطوط سكك حديدية للنقل الجماعي يتخللها محطات تحت أرضية، ومن هذا التحليل المقارن أمكن استنباط بعض المعايير لنسب مساحات العناصر الثلاثة الأساسية المكونة للمحطة منسوبة للمساحة الكلية للمحطة. رابعاً: الشرح التفصيلي لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى والتصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية، مع المقارنة فيما بينهم بعضهم البعض لاستنباط نسب مساحات العناصر الأساسية المكونة للمحطات منسوبة الى المساحة الكلية للمحطة. وأخيراً يعرض البحث مقارنة لنتائج تحليل المشاريع العالمية مع نتائج تحليل المشروع المحلي حتى يمكن تقييم التجربة المصرية والوصول الى النتائج التي قد تساعد في تقنين المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرضية.

ملـــخـــــص

المقدمـــــة:

يتناول هذا البحث المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض حيث يُعرض في الفقرات القادمة أسباب اختيار موضوع البحث والمنهج العلمي المتبع في كل خطوة من خطوات تطور البحث

مـــن أسباب اختيار موضوع البحث أن مشروعات "مترو الأنفاق" أو بمعنى أشمل : أنفاق الـــنقل الجماعي تحت الأرض حديثه التناول على المستوى العالمي حيث لا يتعامل معها الرأي الهندسي العـــالمي عـــلى أنها مشروعات فرديه ولكن على أنها شبكه من المشروعات والطرق المتكاملة ، ومصر كـــباقي دول العـــالم تســـعى لتحقيق الهدف من هذه المشروعات وهو : الوصول الى صورة مرضية لمشـــاريع الـــنقل العـــام ككـــل عن طريق إنشاء شبكه من خطوط مترو الأنفاق والتكامل مع باقي مشروعات النقل.

الهـــدف الرئيسي للبحث هو التعمق في فهم طبيعة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض وتحديـــد المعايير التصميمية لهذه النوعية من المشروعات التي تتناسب مع طبيعة المشروع وطبيعة البيئة المحلـــية والـــثقافة المصرية والمستوى الاقتصادي بما تخضع له العوامل السابقة من متغيرات. وذلك عن طـــريق تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى (خط الأول خط الثاني) مقارنة بمشاريع مشابهة عالمية ومعايير التصميم العامة للمباني تحت الأرض.

بدايـــة يتعرض البحث في الفصل الأول لأسباب تنامي اتجاه الفكر العالمي الى الإنشاء تحت الأرض بصفة عامة ومميزات الإنشاء تحت الأرض المعمارية والبيئية والاقتصادية...الخ ومميزات إقامة مشاريع النقل الجماعي السريع تحت الأرض. في الفصل الثاني يقدم البحث مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي العلمية (هندسية وصحية وتخطيطية.....الخ) للإنشاء تحت الأرض وبالأخص محطات الركاب وذلـــك للـــتعرف على نواحي الاكتفاء والنقص في هذه المجالات ومعرفة مدى جدة البحث المقدم. يـــتعرض البحـــث في الفصـــل الثالث لمفهوم مشروع نقل الركاب بخطوط السكك الحديدية عامة ومشروع مترو الأنفاق بالأخص ويقوم بتحديد العناصر الرئيسية المكونة للمشروع والأنماط التصميمية للمحطات مصنفة حسب مسار الخط ومناسيبه أو بناءاً على موقع المحطة بالنسبة للخط و موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه خط السكك الحديدية.

يتناول الفصل الرابع بالعرض المشاكل التي تواجه المصمم المعماري عند تصميمه لفراغ تحت الأرض والأنمـــاط التصـــميمية التي اتبعها المصممين لمعالجة المشاكل التي واجهتهم عند تصميم عناصر المـــبنى الرئيسية (مداخل- ممرات- فراغات عامة- فراغات عمل ... الخ) والنظريات المعمارة التي تحكم

العملية التصميمية وانعكاس تلك النظريات على بعض العناصر لأمثلة لمحطات نقل ركاب تحت الأرض وذلك عن طريق اتباع المنهج الاستقرائي لاستنتاج المعايير التصميمية للفراغات تحت الأرضية.

يتـناول الفصـل الخـامس عرض ومقارنة لسبعة مشاريع أجنبية لتحليل العناصر المعمارية والفراغية المكونة لمحطات نقل الركاب تحت الأرض ثم التوصل إلى النقاط المشتركة بين تلك المشاريع أو المتنافرة منها.

يتـناول الفصل السادس وصف لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى - الخط الأول والخط الـثاني ثم تقيـيم مشـروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى - الخط الأول والخط الثاني في ضوء النتائج المستنبطة من الفصلين الرابع والخامس

وأخـيراً يتم في الفصل السابع تجميع للنتائج المستنبطة من سياق البحث ككل ثم عـرض التوصيات التي تساهم في إرساء بعض المعايير التصميمية لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض.

منهج البحث

١- المنهج التاريخي:

يتبع البحث المنهج التاريخي في الفصل الأول والثاني والثالث حيث يتم مسح شامل للمشاريع المشابهة المقامة أو مخطط إقامتها في الربع الأخير من القرن العشرين مع استعراض الاهتمام العالمي بهذه النوعية من المشروعات كحكومات وسياسات بالإضافة إلى استعراض الاهتمامات البحثية في مختلف المجالات العلمـية هندسية وصحية واقتصادية مع ذكر أمثلة لهذه الاهتمامات حيث يتم المسح عن طريق عدة قنوات منها:

- شبكة الإنترنت
- مسح بواسطة الباحثة للدوريات المتخصصة والكتب الصادرة في جزئية الأنفاق
- مسح بواسطة الباحثة للمؤتمرات العلمية العالمية والمحلية
- المقابلات الشخصية لبعض الخبرات المصرية في ذات المجال
- الاسـتعانة بالمكاتـب الاستشـارية المصممة للخط الأول والثاني (مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى)

وذلك لتجميع أكبر قدر من المعلومات المتعلقة بالثلاث جزئيات السابقة وهي:

- الإنشاء تحت الأرض
- الاهتمامات البحثية لموضوع الإنشاء تحت الأرض

- مفهـــوم مشـــروع مترو الأنفاق لتقريب مفهوم مشروع نقل الركاب تحت الأرض إلي الأذهان بصورة شاملة كمقدمة لإنشاء محطات نقل ركاب تحت الأرض.

٢- المنهج الاستقرائي:

يـتم اتـباع هــذا المــنهج في الفصل الرابع والخامس عن طريق التعرض لبعض المعايير التصميمية المتبعة في تصميم الفراغات المعمارية تحت الأرضية ثم مشاريع النقل تحت الأرض مثل: مـترو الأنفاق في بعض الدول الأوروبية ،أستراليا وأمريكا الجنوبية حيث يتم عرض مفصل لهذه المشـــاريع مـــع استنتاج المعايير التصميمية التي ساعدت على نمو الفكرة التصميمية الى الصورة النهائية

٣- المنهج التحليل المقارن

يتم اتباع هذا المنهج في الفصل السابع حيث يتم التحليل المقارن لكيفية تصميم العناصر المعمارية والعمرانية لتلك المشروعات وما يماثلها.

٤- دراسة حالة

مـترو أنفـاق القاهرة الكبرى (الخط الأول – الخط الثاني) ومقارنته مع نتائج الفصل الخامس للوصول في النهاية الى نتائج وتوصيات هذا البحث.